



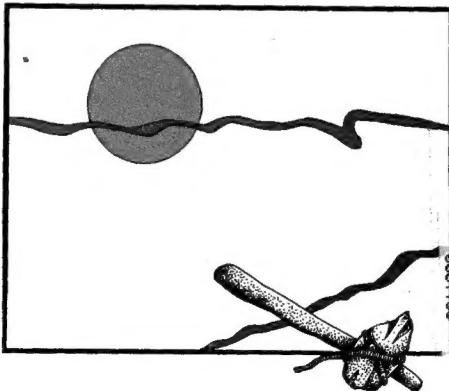
سلسلة أبحاث



هوميكارفون ديتفورت

تاريخ النسوة

ترجمة: محمود كيايو



تاريخ النشوء

ترجم هذا الكتاب عن النص الأصلي باللغة الألمانية وعنوانه :
HOIMAN VON DITFURTH INANFANG WAR DERWASSERSTOFF
DEUTSEHER TASCHENBUCH VERLAG MÜNCHEN; 5.AUFLAGE
APRIL 1984

- ★ هويمار فون ديتفورت
- ★ تاريخ النشوء
- ★ ترجمة محمود كيبو - مراجعة علي محمد
- ★ جميع الحقوق محفوظة
- ★ الطبعة الأولى ١٩٩٠
- ★ الناشر : دار الحوار للنشر والتوزيع - سورية - اللاذقية
- ص.ب ١٠١٨ - هاتف ٢٢٣٣٩

هويمارفون دييتفورث

تاريخ النسوة

ترجمة: محمود كيبو

مراجعة: علي محمد

دار الحوار

حول المؤلف

ولد هويمار فون ديتفورت في برلين عام ١٩٢١ وهو أستاذ في علم الأعصاب والمعالجة النفسية .
يعتبر من أنجح العاملين في الصحافة العلمية ، وقد أثار برنامج « جولة عبر العلوم » الذي كان يقدمه في التلفزيون الألماني كثيراً من الاهتمام ، حيث كان يعرض نتائج العلوم الطبيعية الحديثة بطريقة مثيرة ومسؤولة تجعلها الى جانب غناها بالمعلومات ممتعة ومفهومة من الجميع . أشهر مؤلفاته حتى الآن : « أطفال الفضاء » (١٩٧٠) ، « في البدء كان الهيدروجين » (١٩٧٢) ، « أبعاد الحياة » (١٩٧٤) ، « العلاقات المترابطة - أفكار حول صور علمية موحدة للعالم » (١٩٧٤) ، « لم يهبط العقل من السماء » (١٩٧٦) ، « لسنا من هذا العالم فقط » (١٩٨١) .

مقدمة

يعتمد المؤلف في هذا الكتاب على نتائج جملة من المعلوم في مقستها الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا ثم الفلك والرياضيات والفيزيولوجيا والبيولوجيا والفلسفة والمنطق ، لكي يصمم « تاريخاً للنشوء » يعتمد في مجمله على مقولة هيراقليط الشهيرة : كل شيء يجري فأنت لا تفتسل في نفس النهر مرتين • لم يكن الكون ، بما في ذلك كرتنا الأرضية وما عليها من أحياء وأشياء ، منذ الأزل كما هو عليه اليوم ، بل أن الوجود هو سلسلة متصلة من الصيرورة الدائمة ، أي أن للكون تاريخاً وللحياة تاريخاً • متى وكيف بدأ هذا التاريخ وكيف سار منذ « البدء » حتى الآن وكيف سيسير عبر المستقبل ؟ هذه هي الحكاية التي يرويها هذا الكتاب ، وهذا هو المبنى العملاق الذي يَشِده حجراً فوق حجر معتمداً على القواعد التالية :

- ١ - القوانين الطبيعية •
- ٢ - قانون السببية •
- ٣ - قوانين المنطق •
- ٤ - مبادئ ميول الطبيعة : ميلان رافقا الطبيعة منذ نشوئها ، الميل الى الاتعاد والميل الى الاستقلال •

في البدء كان الهيدروجين وكانت قوانين الطبيعة وكان المكان وكان الزمان • يمرض ديتفورت هذا التاريخ بطريقة الحكاية الممتعة التي تحتوي الحقائق العلمية الكثيرة وتثير الخيال والدهشة •

المترجم

مدخل - نحو رؤية جديدة

قبل حوالي ٢٠ سنة أنتج المخرج الأمريكي العبقري اورسون ويليس فيلم مغامرات أنياه بمشهد رائع لم أر أفضل منه في أي فيلم آخر من هذا النوع . وضع البطل في المرمى المريح بالنسبة لعدوه : المسافة قريبة والإنارة كاملة وبدون أية تغطية ورغم ذلك بقي عملياً خارج الخطر . حصل المشهد في مدينة ملاهي ، وتقوم الفكرة على أن البطل نجح في استدراج خصمه الى صالة مليئة بالرايا . هناك ظهر البطل أمام مطارده بوضوح كامل دون أي خوف لكن لم يكن له ظهور واحد وإنما عشرات الصور المتشابهة التي عكستها جدران الصالة المغطاة بالرايا والمصممة بطريقة ذكية وخادعة . انتهى الصراع كما يجب أن ينتهي في مثل هذه الظروف . أطلق المطاراد بغضب عارم يائس العيارات النارية المتتالية على الصور العديدة لعدوه وأحدث كومة من شظايا الزجاج وفرغ مسدسه قبل أن يصيب الشخص الحقيقي .

لا شك أن الفكرة عظيمة وذكية ، إذ من الصعب أن نتصور طريقة للتنمية أكثر ذكاء ودهاء . عندما لا تكون لديك امكانية للتخفي أو الاختباء أمام مطارذك فإن أفضل مهرب هو التنمية بتعدد الأهداف الخلية المائلة للأصل . تتبع هذه الطريقة منذ القدم في الحروب حيث يحاول كل طرف تحويل نيران العدو عن الأهداف الحقيقية الى أهداف خلية ويتم ذلك ربما ببناء مطارات خلية أو دبابات خلية وغير ذلك .

أبنا شاهدنا أو ضللنا بمثل هذه الخدع نفترض فوراً وجود عقل ذكي مدبر يربتها ، لأننا لا نستطيع تصور مثل هذه الخطط الهادفة والمدروسة بعناية إلا كنتيجة لتأملات واعية حادة الذكاء . إلا أن هذا الاستنتاج يستند على حكم مسبق . هذا الحكم المسبق واسع الانتشار وذو أهمية بالغة لأنه يحطم امكانية تفهما للطبيعة ، ولكامل العالم المحيط بنا ، وبالتالي للدور الذي نلعبه في هذا العالم . لقد وجدت في الطبيعة آثاراً لتأثيرات العقل قبل وجود الأدغة التي تجعل الوحي ممكناً بزمن طويل .

نقدم هنا أول مثال للبرهنة على ما قلناه : تعيش في آسام في وسط الهند فراشة تحمي نفسها ضد أعدائها خلال فترة التشرنق بنفس الخدعة المطبقة في المشهد الأخير من الفيلم الذي تمحدثنا عنه أعلاه . تقوم هذه الفراشة ، شأنها شأن الفراشات الأخرى ، بنسج شرقة حول نفسها عندما يأتي التشرنق . علاوة على ذلك فإنها تختبئ في أحد الأوراق .

إن الطريقة التي تطبقها في عملية الاختباء تبدو على قدر مدھش من الرؤية المستقبلية الهادفة . من المعلوم أن الورقة الخضراء اللينة بالسوائل منبسطة ومرتبة الى درجة لا يمكن للفراشة معها أن تلفها لتصبح

مناسبة كمغارة تختبئ فيها . تحمل الفراشة هذه المشكلة الاولى بطريقة بسيطة وهادئة بدرجة لا نستطيع أن نتصور أفضل منها : تقوم أولاً بتثبيت الورقة بعناية على الجذع بواسطة خيوط (تخرجها من فمها) وتلفها حولها ثم تقوم بقص ذنب الورقة من ناحية الجذع لفصلها عنه . كنتيجة لهذا الفصل تبدأ الورقة بالدبول ومن المعروف ان الورقة الذابلة تلتف حول نفسها . بعد ساعات قليلة تحصل الفراشة على انبوب مثالي لأن تدخل فيه وتختبئ . حتى الآن لم نزل الطريقة جيدة ومدهشة ولكن كل هذا ما هو إلا البداية . إذا ما فكرنا بالموقف الذي وضعت الفراشة حتى الآن نفسها فيه لتجاوز مرحلة التشرنق بأمان ، حيث تكون غير قادرة بتاتاً على أي دفاع ، تواجهنا فوراً مشكلة جديدة . صحيح أن الورقة اليابسة تؤمن للفراشة مأوى يقدم لها على الأقل حماية ضد الرؤية ولكنها ستصبح متميزة بين جميع الأوراق الخضراء الأخرى وملفتة للنظر فوراً . بما أنه يوجد العديد من اللصوص ، وقبل كل شيء المصافير ، التي لا يشغلها شاغل طيلة النهار سوى البحث عن الغذاء الذي تعتبر الفراشات من أنواعه المفضلة فإن العصفور سيفتش مكرراً أو متأخراً تلك الورقة اليابسة ويصادف فيها الفراشة اللذيذة الطعم . وما أن العصفور تتعلم من مثل هذه التجارب بسرعة كبيرة فلنبا ستركز اهتمامها منذ الآن على تلك الأوراق اليابسة البارزة ضمن المحيط الأخضر بكامله . مهما كانت خدعة لف الورقة في البداية ذكية ومجدية فلنبا تلبو الآن على أنها زادت من المخاطر التي تحاول الفراشة تجنبها .

ماذا تستطيع الفراشة أن تفعل للخروج من هذا المأزق ؟ لنفترض انها تستطيع أن تسألنا النصيح فما هي النصيحة التي سنقدمها لها ؟ اعتقد أنه سيصعب على أغلبنا إيجاد مخرج مقبول لهذه الحالة وإعطاء نصيحة مفيدة . إلا أن الفراشة حلت أيضاً هذه المشكلة بطريقة ذكية وفعالة . ويشبه الحل الذي طبقتة الحشرة الطريقة التي اتبعها اورسون . وليس قبل ٢٠ عاماً في المشهد الأخير من فيلمه . تقوم الفراشة بكل بساطة بقضم خرس أو ست ورقات أخرى وتثبتها على الأغصان بجانب الورقة التي ستختبئ فيها . بذلك يصبح هناك ست أو سبع أوراق يابسة ملفوفة معلقة بجانب بعضها البعض لكن واحدة منها فقط تحتوي الفراشة كغريسة مختملة . أما الأوراق الأخرى فهي فارغة وموجودة لغرض التحويل فقط . لنفترض أن هذه الأوراق اليابسة أثارت انتباه أحد المصافير وبدأ بتفتيشها . ستكون فرصته بأن يصادف الحشرة في المحاولة الاولى ١ : ٦ . هذه الدرجة من التأمين ضد المخاطر تمنح الفراشة الساكنة والفاقدة الوعي طيلة مرحلة التشرنق ميزة حاسمة في معركة البقاء الكبيرة . وكلما اصطدم العصفور بورقة فارغة يتناقص اهتمامه للبحث مستقبلاً في الأوراق اليابسة .

لكن خدعة الفراشة تبقى قيمة ومجدية حتى لو أصاب العصفور هدفه بالصدفة ومنذ المحاولة الاولى بأن يصادف الورقة الصحيحة فوزاً . هذا النجاح سيثجع العصفور على متابعة البحث عن فرائس في بقية الأوراق . إلا أن المتابعة لن تؤدي به إلا الى سلسلة متواصلة من خيبات الأمل . لذلك نستطيع ان نفترض أنه سيغادر المكان أخيراً ولديه الشعور بأن البحث عن الغذاء في الأوراق اليابسة هو بمجمله عمل غير مجد . عندئذ تكون هذه الفراشة قد التهمت ، لكن متعة العصفور في البحث مستقبلاً عن صيد في الأوراق اليابسة تتضائل عما يؤدي الى حاية بقية الفراشات التي تختبئ بنفس الطريقة الموهبة . حتى

بالنسبة للإنسان يبدو هذا التكتيك المخطط حيلة بارعة للدفاع عن النفس تشير الى درجة عالية من الذكاء . كيف يكون ممكناً أن تقوم حشرة بكل ذلك لحياة نفسها على الرغم من أن بناء جملتها العصبية وسلوكها الآخر يقودان الى الاستنتاج بأنها لا تمتلك ذكاء يؤهلها الى التوقع المستقبلي والاستنتاج المنطقي ؟ إننا نستطيع أن نتخيم اعتقاد الباحثين القدماء تجاه مثل هذه المشاهدات بدواعجوبة . كانوا يقولون انه يوجد في مثل هذه الحالات ما يتوجب توضيحه أو بحثه لأن الإله ذاته هو الذي يهب مخلوقاته المعرفة اللازمة لتعني أبوياً بمصيرها ومصير أبنائها . إلا أنهم بهذا القول يستسلمون ويتخلون عن مهمتهم كباحثين في علوم الطبيعة . كذلك فإن كلمة «غريزة» الحديثة لا تعطي تعليلاً كما يظن الكثير من الناس . إنها ليست إلا اصطلاحاً فنياً اتفق عليه العلماء للتعبير عن أشكال سلوكية معينة موروثه .

ماذا سيتوضح إذا ما قلنا ببساطة ان الفراسة تقوم بعملية التموه بصورة «غريزية» «موروثة» . إن هذا القول هو في الواقع صحيح ويمر بطريقة صحيحة عن أن الانجاز المدهش الذي تقوم به الفراسة لا ينبع منها ذاتها . لكن ما نريد معرفته هوشية مختلف تماماً . إننا نريد أن نعرف من هو الذي توصل الى الفكرة البارعة بأنه يمكن التموه بصنع الهياكل الخلفية المائلة للأصل . من أي دماغ نتجت هذه الفكرة المبدعة التي تفقد على الطيور متعة البحث بتخفيض فرصتهم لاجتداد شيء بهذه الطريقة الاحتمالية ؟

لقد توصل علماء السلوك اليوم ، الذين يهتمون بدراسة طرق السلوك الموروث ، في كثير من الحالات الى اعطاء أجوبة كاملة ومفاجئة ومقنعة . سوف ننشغل معهم بمناقشة هذه الأمور بالتفصيل لاحقاً في هذا الكتاب . غير أننا منشتر منذ الآن الى نتيجة لبحوثهم ذات أهمية غير عادية وهي : انه يوجد في الطبيعة الحية ذكاء لا يرتبط بأية عضوية ملموسة أو بكميات أخرى إن العقل يمكن دون وجود الدماغ الذي يؤويه .

لا يستطيع أحد أن ينفي كون الطريقة التي تتبعها الفراسة الهندية بتحضير الأوراق للاختباء فيها طريقة هادفة وعقيدة للغرض ، وإن الحشرة بهذه الطريقة تتخذ مسبقاً احتياطات لحياة نفسها من أخطار ستقع في المستقبل عندما تصبح يرقة ساكنة لا حول لها ولا قوة . كما انه لا يمكن نكران أن بناء الهياكل الخلفية التي توضع حول الموقع الحقيقي يراعي بدقة منهلة سلوك الطيور وعلى الأخص شروط تعلمها واكتسابها الخبرة .

على الطرف الآخر لدينا ما يؤكد أن الفراسة الحالية عملياً من الدماغ ليست ذكية ، على الرغم من أن لسلوكها مواصفات تعتبر بحق من خصائص الذكاء : الفعل الهادف ، مراعاة الأحداث المستقبلية ، مراعاة التصرفات المحتملة لكائنات حية من فصيلة مختلفة تماماً . يتحدث علماء السلوك بمن فيهم كونراد لورنس في هذه الحالات أحياناً عن السلوك «شبه التعليمي» أو «شبه الذكي» .

من البديهي أن الأفكار التي عرضناها لا تنطبق على سلوك الفراسة الهندية وحسب ، بل هناك كثير من الأمثلة المدهشة الأخرى في عالم الحيوان والنبات . لقد اخترت هذا المثال بالذات لأنه يبرز الفكرة التي أبتنيها بوضوح خاص . تنطبق هذه الأفكار أيضاً على أشكال التكيف البيولوجي الأخرى ومن حيث

المبدأ ، كما سنرى لاحقاً ، على جميع مجالات الطبيعة : ليس على الطبيعة الحية وحسب بل وعلى الطبيعة اللاحية أيضاً .

نحصل من كل هذا على استنتاج مثير وبإلغ الأهمية مستعرض له مراراً وتكراراً في هذا الكتاب وسأشير إليه هنا بجملة مختصرة وهو أن دخول العقل والوعي الى هذا العالم لأول مرة لم يكن معنا نحن البشر . يبدو لي أن هذه المقولة هي أهم معرفة نستطيع استخلاصها من نتائج بحوث العلوم الطبيعية الحديثة . السعي نحو الهدف والتكيف والتعلم والتجريب والابداع وكذلك الذاكرة والتخيل كلها كانت موجودة ، كما سأحاول بيانه تفصيلاً في هذا الكتاب ، منذ زمن طويل قبل وجود الأدمغة . علينا أن نعيد النظر ونعلم من جديد أن الذكاء لم يوجد لأن الطبيعة تمكنت بعد سلسلة طويلة من التطور الوصول الى الدماغ الذي جعل ظاهرة «الذكاء» ممكنة .

إذا ما درسنا متحررين من جميع الأحكام المسبقة تاريخ نشوء الحياة على الأرض وتاريخ نشوء الأرض ذاتها ونشوء غلافها الجوي والشروط الكونية التي يقوم عليها كل هذا كما تعرضها لنا المعارف العلمية الحالية عندئذ نجد أنفسنا أمام أفق مختلف تماماً يقف على النقيض تماماً عما كنا نظنه حتى الآن : لم تتمكن الطبيعة من إيجاد مجرد الحياة وحسب بل تمكنت أيضاً من إيجاد الأدمغة وأخيراً الوعي البشري الأمر الذي لم يكن ممكناً إلا لأنه كان يوجد دائماً في هذا العالم ومنذ اللحظة الأولى لنشوءه : عقل وخيال وسعي نحو الهدف .

هذه هي النقطة الحاسمة : إن المبادئ التي نظن أنها تقتصر ببداهة على المجال «السيكولوجي» كانت في الواقع موجودة وفاعلة في عالم ما قبل الوعي وحتى في المجال اللاعصري . هذه المعرفة هي على الأرجح أهم نتيجة من نتائج العلوم الطبيعية الحديثة . إن النتائج المترتبة على هذا الاكتشاف بالنسبة لفهم الانسان لذاته ولفهمه للعالم تعتبر من بعض النواحي انقلابية . من هذا المنطلق يصبح تقسيم العلوم الى «علوم انسانية» و«علوم طبيعية» تقسيماً مصطنعاً غريباً عن الواقع ولا معنى له .

إن النقطة الحاسمة في التاريخ ، الذي سيعالج في هذا الكتاب ، هي الحقيقة المكتشفة من العلوم الحديثة ، والتي تؤكد أن آثار العقل والذكاء كانت موجودة في العالم وفي الطبيعة منذ مدة طويلة قبل نشوء الانسان وقبل نشوء الوعي . إننا لا نقول هذا بالمعنى الايديولوجي (وإن كانت ستترب عليه نتائج عميقة التأثير على الايديولوجيات والنظرات الشمولية الى الحياة) . كما اننا لا نقوله بالمعنى اللاهوتي الذي يفترض وجود روح علوية فوق طبيعية تقف وراء هذا النظام الذي نصادفه في كل مكان في الطبيعة الحية . قد يكون هذا الطرح مشروعا وقابلًا للنقاش لكنه لا يدخل في اطار ما نعينه هنا .

عندما نزيل هذا الالتباس المحتمل يصبح موضوعنا واضحاً : لقد تمكن العلم اليوم من إعادة تصميم تاريخ العالم بخطوطه الجوهرية العريضة . كلها توضحت صورة هذا المجرى التاريخي العملاق والممتد مليارات السنين كلها ازداد التأكد بأن القدرة على التعلم وتراكم الخبرات والتخيل والتجريب الحسي والخواطر المعقوبة وغيرها كانت تتحكم منذ البدء في مسيرة هذا التاريخ .

من الواضح أن اعتقادنا في الماضي بأن انجازات من هذا النوع تفترض وجود دماغ يقوم بها ما هو إلا حكم مسبق ، وعمل الأخص اعتقادنا بأن التخيل والابداع وتغيب احتمالات المستقبل تفترض وجود دماغنا البشري . إن ما شاهدناه لدى الفراشة الهندية يعلمنا أن مثل هذه الانجازات كانت موجودة في هذا العالم منذ مدة طويلة قبل وجود أقدم الأدمغة .

اننا نغفل دائماً بدون كلل أو ملل إلى أن نضع انفسنا في المركز . لكن نتائج دراسات الواقع وبحوث العلوم الطبيعية تحررنا شيئاً فشيئاً من هذا الوهم . لقد برهنت لنا اننا لا نعيش في مركز الدائرة وان ارضنا الكروية تدور حول الشمس التي هي بدورها لا تقف في مركز الكون .

حتى اليوم لم نزل الأرض بالنسبة لمعظم البشر هي مركز العالم الروحي أي أنها كما يعتقدون جميعاً هي المكان الوحيد في الكون المائل الكبير ، الذي تطورت فيه الحياة والوعي والذكاء . ان هذه القناعة هي في الحقيقة أيضاً ليست سوى رداء جديد نواجه فيه جنون المركز القديم^(١) . تنتشر هذه الفكرة اليوم ببطء ولكن دون توقف مستندة إلى نتائج البحوث العلمية في الفضاء الكوني خارج نطاق الأرض .

عند كل خطوة من هذه الخطوات توجب علينا التخلي عن عادة من عاداتنا التفكيرية . في كل مرة كانت تبدو لنا فيها الصورة الجديدة للواقع لا معقولة ، كانت تبدو لنا على أنها تناقض بديهيتنا . وكانت ردود فعل الأجيال السابقة معادية لكل خطوة جديدة . لقد راح جيوردانو برونو ضحية الاكتشاف الأساسي الذي هز الوعي الإنساني في اعماقه وهو ان الشمس ليست سوى نجم بين عدد لا يحصى من النجوم المنتشرة في الكون المائل الضخمة . أما مصير شارل داروين فقد كان أفضل فقط لأن عادة الحرق للشخصيات غير المرغوبة قبل مائة سنة لم تعد دارجة كما كان الأمر قبل ذلك . لقد جعله اكتشافه الهام القاتل بأن الانسان ليس حالة خاصة جاءت من «الخارج» ووضعت في الطبيعة وانما يتنسب إلى الطبيعة ذاتها وله قرابة مع كل ما يزحف ويدب فيها وانه نشأ معه ومثله خلال مسيرة نفس التاريخ التطوري ، نقول هذا القلب الراديكالي للصورة الذي قام به هذا الباحث الانكليزي العظيم جعله حتى اليوم بالنسبة للكثيرين مشبوهاً أو لربما مكروهاً .

بهذا الشكل يبدو لنا كبداهيات لا تحتاج إلى تعليل ان الانجازات المحددة التي نسميها «عقلانية» أو «سيكولوجية» لم تكن ممكنة الحصول بدون دماغنا وأنه كان يتوجب على العالم ان يبقى بدونها قبل ان نوجد نحن . يثبت تاريخ الطبيعة ان هذه الفكرة أيضاً ليست سوى تعبير عن شعورنا الجنوبي بمركزيتنا . بما في الواقع فإننا ، كما يبدو ، لا نمتلك الوعي والذكاء إلا لأن مقدمات وامكانات نشوء الوعي والذكاء كانت موجودة في العالم منذ البدء .

(١) نظرية المركز : إحدى نظريات عليه الكنيسة إبان الصراع المشهود الذي دار في عصر النهضة وتقول النظرية فيها تقول : إن كرة من الحديد لها وزن بالطبع ، لكن جميع أو كل وزنها هو وزن مركز ثقلها فقط . في المغناطيسية تقول النظرية إن طاقة الجذب كلها موجودة في مركز القطب المغناطيسي فقط . وعلة ذلك حسب رأيهم أن روحاً أو قوة خفية حلت في تلك النقاط أو المراكز . - ملاحظة من المراجع .

ستتبع في هذا الكتاب آثار هذه المقدمات والإمكانات عبر تاريخ نشوء وتطور العالم استناداً إلى النتائج العلمية المعروفة اليوم وبمقدار ما تقدمه لنا من حقائق . ان المهمة ليست سهلة غير انها مثيرة ومذهلة . واما ان جذور وجودنا ذاته كبشر تنطلق من أعماق هذا الكون فإننا ستتعرف من خلال ذلك على شيء حول ذاتنا نفسنا .

القسم الأول

منذ الانفجار الكوني الأول حتى نشوء الأرض

١. كانت توجد بداية .

في ربيع عام ١٩٦٥ سمع آرنو بينزياس وروبرت ويلسون كأول انسانين صدئ نشوء العالم ، غير انهما لم يعرفا ذلك .

كان بينزياس وويلسون يعملان في قسم البحوث لشركة بيل ثلفون الالكترونية ومكلفان بتطوير هوائي ذي مدرة خاصة على الاستقبال . كانت الأتار المفصلة آنذاك هي ما يسمى اقيار الصدى وهي عبارة عن كرات ضخمة من صفائح الألمنيوم الرقيقة التي كنا نستطيع رؤيتها بالعين المجردة على مساراتها في قبة السماء في الليالي الصافية لأن سطحها المصقول كان يمسك ضوء الشمس كمرآة . كانت هذه والاصداء (المواكس) كما يشير اسمها مجرد اجهزة «سلبية» اي أنها لم تكن تستطيع ان تقيس شيئاً ولا أن تبث أية رسالة إلى الأرض . لم يكن وزنها يتجاوز ٦٠ كيلو غراماً وكانت تطوى كطرد وتطلق في الفضاء على ارتفاع ١٥٠٠ كم من سطح الأرض ثم تنفخ هناك بواسطة غاز معين لتصبح كرات يقطر ٣٠ متراً .

لم تكن هذه الكرات العملاقة السابحة فوق الغلاف الجوي الأرضي تعكس ضوء الشمس وحسب بل كانت مهمتها التقاط وعكس اشارات الارسال باتجاه الأرض . كان يمكن بمساعدة هذه الاشارات حساب مساراتها بدقة وكشف الانحرافات الحاصلة عليها والناتجة عن مقاومة الطبقات العليا من الغلاف الجوي التي لم تزل موجودة على هذا الارتفاع . بهذه الطريقة درست بواسطة مشروع الصدى هذا خلال الأعوام من ١٩٦٠ إلى ١٩٦٦ الشروط السائدة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي .

بغية التقاط الاشارات التي تعكسها هذه الأتار البالونية قام العاملان ببناء هوائيات خاصة تستطيع التقاط اضعف الاشارات وكانت فوق ذلك مصممة بحيث تستطيع الغاء أي تشويش . كان الهوائي للمصمم لهذا الغرض يشبه قرناً كبيراً طوله ١٠ أمتار له عند إحدى نهايتيه فتحة كبيرة قياس ٨×٦ م بينما يضيق. القرن باتجاه نهايته الأخرى التي تتصل بالجهاز مشكلاً ما يشبه القمع . يذكر كل هذا بالانبوب

الذي كان يستخدمه ضعيفو السمع في العصور الوسطى . كان لهذا الهوائي فعلاً نفس الوظيفة .
لقد حصل مع بينزياس وويلسون في أثناء اجراء تجاربهم في ربيع ١٩٦٥ أمر دفع بهم إلى اليأس وهو أنهم التقطوا تشويشاً لم يتمكنوا من حصر مصدره رغم كل الجهود المبذولة ورغم أن حصره كان يجب ان يكون سهلاً نسبياً . كان كل شيء يشير إلى أن السبب يجب ان يكون في الجهاز نفسه . كان باستطاعة الباحثين تدويره إلى أية جهة يريدونها إلا ان التشويش لم يتغير اطلاقاً . كانوا يعتقدون ان تشويشاً قادمًا من الخارج يعتبر بحكم المستحيل . لكنهم لم يتمكنوا من إيجاد أي خلل في جهاز الاستقبال .
سمع بالصدفة الفيزيائي روبرت ديك بالصعوبات التي يعاني منها الرجلان . كان ديك يعمل في جامعة برينستون الشهيرة ويدرس منذ سنين المسائل الفضائية . لذلك كان قد صمم في قسمه أجهزة جديدة لقياس ودراسة اشعة الراديو الكونية مما جعله واسع الاطلاع في هذا المجال . علاوة على ذلك لم يكن القسبان يبعدان كثيراً عن بعضهما البعض . وهكذا حصل الاتصال الاول بينهما .
عندما سمع ديك التفاصيل الأولى عن نوعية التشويش الذي كاد يتلف أعصاب بينزياس وويلسون استنفر جميع معاونيه وسافر فوراً إلى هيلمندل حيث يوجد قسم البحوث لشركة بيل تلفون . ازال ما سمعه هناك وما رآه في الموقع فوراً آخر الشكوك : ان التشويش الغامض الذي ضلّل زملاؤه يأتي فعلاً من الخارج . إنه ظاهرة كونية كان قد تنبأ بها هو نفسه قبل عدة سنوات انطلاقاً من تأملات نظرية .
كان قد حاول مع معاونيه عبثاً منذ سنين اثبات وجود هذا النوع من الاشعاعات . بذلك كان بينزياس وويلسون قد اكتشفوا بالصدفة البعثة هذه الظاهرة دون أن يعرفا حتى زيارة فريق برينستون مدى أهمية ما اكتشفوا . ان ما استقبلته اجهزتهما على الموجة طول ٧,٣ سم ، هذا التشويش الغريب الذي كان يأتي من جميع الجهات بنفس الوقت ونفس القوة كيفما ادارا هوائيهما لم يكن «تشويشاً» . انه ليس سوى الانعكاس الالكتروني للبرق المائل الناتج عن «الانفجار الكوني الاول» الذي نشأ معه قبل حوالي ١٣ مليار سنة عالم الكون بكامله . كان هذا «التشويش» الذي اكتشفه بينزياس وويلسون أول اشارة ملموسة إلى ان الكون متناه في المكان والزمان .

كانت هناك مؤشرات على حصول هذا الانفجار معروفة منذ اكثر من مائة سنة لكن أحداً لم يجرؤ على استخلاص النتائج منها لأن الفكرة كانت تبدو غير معقولة . اننا لم نزل حتى اليوم في نفس الموقع . من منا لم يتساءل عندما ينظر ليلاً إلى قبة السماء عما اذا كان ما فوقنا «يمتد حتى اللا نهاية» . بقدر ما كان تصور ذلك صعباً بقدر ما كان يبدو مستحيلاً تصور التقيض وهو ان ما فوقنا «ينتهي في مكان ما» مهما بعدت المسافة . كيف يمكن ان تكون هناك حدود كونية طالما اننا نستطيع ان نسأل فوراً ماذا يأتي بعد هذه الحدود ؟

في نفس الدوامة الذهنية كان يدور اسلافنا منذ ان بدأوا تكوين افكار علمية عن حجم الكون واستمراره . وقبل ذلك مرت عدة قرون لم يخطر ببال الناس فيها حتى طرح مثل هذه التساؤلات . في العصور القديمة والوسطى كانت نهاية الكون تعتبر أمراً بديهياً تماماً . اما الاجابة على التساؤل عن حدوده فكانت تبدو في غاية البساطة : خلف نطاق الكواكب والنجوم مباشرة تبدأ السماء الإلهية . اما اتساعها

كعرش إلهي فلم يكن يثير أية تساؤلات - فيما يتعلق بالإله كان كل شيء غير قابل للتصور .
من الصعب ان نحاول قراءة أفكار تلك المصور الحضارية القديمة ، لكنني اعتقد اننا نستطيع ان
نتكهن ان البشر آنذاك لم يكونوا يعتبرون نهائية الكون على أنها مؤكدة لا حياء عنها وحسب ، بل كانوا
يرون انها صحيحة وجيدة . ان تكون مملكة الرب الخالق القادر على كل شيء لا متناهية فهو أمر لا يحتاج
إلى اي تعليل . وان يكون العالم الأرضي للبشر محدوداً ، الذي هو في كل الأحوال ليس سوى مقر إقامة
مؤقتة لأبناء الرب الفانيين ، فهو أمر لا يستحق كثيراً من الجدل .

فقط على هذا الاساس نستطيع ان نفهم الحجة والعدائية التي أثارها جيوردانو برونو باكتشافه المائل
الذي راح ضحية له . ان الفكرة القائلة ان كل نجم في السماء هو شمس كشمسنا لم تزل تدوخنا حتى
اليوم . كما ان التصور بأن عدد هذه الشمس يتجاوز حدود قدرتنا على المشاهدة وهو كبير بدرجة
لا متناهية ومنتشر في جميع ارجاء الكون اللامتناهي كان له على معاصري برونو في نهاية القرن السادس
عشر تأثيراً صاعقاً لأن شعور الاطمئنان بالعيش في عالم وإن كان كبيراً جداً فهو محدود ومنظور ومنطوي في
ظل القدرة الالهية اللامتناهية اهتز من جلوه .

قبل كل شيء سجل الناس على هذا الدومينيكي الانفصالي مأخذ التجرؤ الوقع على اعطاء الكون
صفة تقتصر على الله وحده : اللاتناهي في الزمان والمكان . كان هذا استخفافاً واضحاً بالإله ذاته .
لا شك ان برونو نفسه قد شعر بهذا الصراع وقد اصر بعناد لسنتين طويلة على رفض الذهاب إلى
الكنيسة . رغم ذلك تمسك باصرار بما اعتقد أنه متأكد من صحته . لقد كان معروفاً بالنسبة له كما هو
معروف لمعاصريه ان ادعائه بلا نهائية الكون في ذاك الوقت يعتبر جريمة عقابها الموت .
لم تنفعه محاولاته لتعليل مقلته عن لا نهائية الكون وثباته الأبدى على انها الصيغة التي يعبر فيها
الإله عن ذاته ، أي ان الكون يجب ان يكون لا متناهياً لأنه هو الإله بذاته (سنرى لاحقاً ان الحجج
المقدمة في معرض هذا النقاش لم تزل تعتبر عصرية ولم تفقد في ضوء الاكتشافات العلمية الجديدة أي قدر
من جدتها) .

بقدر ما كان المستوى الفكري للنقاش الذي دار بين جيوردانو برونو وبين معاصريه من اللاهوتيين
والفلاسفة عالياً بقدر ما كانت الاحداث التي تلتته وأدت إلى الكارثة سخيفة وجائبة . في عام ١٥٩٢ كان
هذا الفيلسوف المهابر يحاضر في جامعة هيلمشتيت (كانت توجد هناك منذ عام ١٥٧٦ جامعة صغيرة
ولكنها مرموقة جداً وبقيت قائمة حتى عام ١٨٠٩) ثم في جامعة فرانكفورت . هناك وصلته دعوة من
نيبل من البندنية للإقامة عنده . ليس معروفاً سبب قبول برونو لهذه الدعوة . أما الدافع الحقيقي للدعوة
فلم يتوضح له إلا بعد فوات الأوان . كان البندني يأمل في اللاجيء الاسطوري الذي ملا الحديث عنه
الدنيا ان يعلمه فنون السحر . وعندما خيب الضيف أمله في هذا الاتجاه اخبر عنه المحاكم الكنسية . بعد
محكمة طويلة استمرت سبع سنوات أعدم الفيلسوف الثائر بالحرق علناً في روما في ١٧ شباط عام
١٦٠٠ .

إن مصير هذا الرجل لم يزل يهز مشاعرنا حتى اليوم . ان قوة رمزية غريبة تنطلق من الحقيقة بأن

أول انسان توصل إلى الفكرة الماثلة بأن الكون الذي نعيش فيه لا متناه في الكبر قد قتل من قبل قومه بسبب هذا الادعاء . لكن مهما كانت القصة محزنة - حيث لا نستطيع أن نتجاهل جور الحكم وشناعة وقسوة القضاء الجزائي آنذاك بالنسبة لمفاهيمنا الحالية - فلا يجوز أن نمتنعنا تعاطفنا مع هذا الرجل الصامد واحترامنا لاستشهاده في سبيل العلم من القول بأنه لم يكن مصيباً .

يبرهن الفلكيون اليوم بمساعدة تلسكوبات (مناظير) الراديو والمراصد التي تستخدم الأقمار الصناعية أن اللانهاية في الزمان والمكان كانت ولم تزل من امتيازات الإله وحده - سواء آمن به الناس أم لم يؤمنوا . أما في هذا العالم فإن اللانهاية غير موجودة بأي شكل من الأشكال لا بل إنها غير ممكنة . وهذا ينطبق أيضاً على الكون ككل . تكمن الاهمية الفائقة لاكتشاف «التنشيط» الذي توصل اليه بينزياس وويلسون بالصدفة عام ١٩٦٥ في أنه ، كما بينت جميع البحوث اللاحقة ، يقدم أول برهان ملموس على هذه المقولة . لكي نفهم لماذا الأمر كذلك يجب أن نتوسع قليلاً في هذا الموضوع .

كان عمانويل كانط أيضاً بعد قرن ونصف من جيوردانو برونو يرى من البديهي أن الكون يجب أن يكون لا متناهياً في الكبر وأبدياً في الثبات . معظم الناس يعرفون هذا الرجل العظيم على أنه فيلسوف وحسب . لكن مؤلفه الصادر عام ١٧٥٥ «تاريخ الطبيعة العام ونظرية السماء» لم يزل حتى اليوم (بعض النظر عن أسلوب البناء اللغوي المتعب والمعتقد) كتاباً فلكياً قيماً . طوّر كانط في هذا الكتاب نظرية عن نشوء الكواكب - ما يسمى «فرضية النيازك» - بدأت اليوم بعد مرور قرنين من الزمن تبدو على أنها التفسير المرجح . يتضمن نفس هذا الكتاب الصفحات التي يصف فيها كانط كأول شخص وجود مجرتنا وصورتها المحتملة ويستخلص من المخططات التي حصل عليها من بعض المراقبين الفلكيين بالمنطق البحث وجوب وجود عدد لا محدود من مثل هذه المجرات خارج مجال مجرتنا .

كان هذا الرجل العظيم يرى أيضاً ، شأنه شأن جيوردانو برونو ، أن الكون لا متناه على الرغم من أنه ، كما سنرى ، من السهل نسبياً البرهنة بالتأمل المنطقي البحث على أن هذا لا يمكن أن يكون صحيحاً . كان كانط أيضاً يعلل لا نهائية الكون بكونه من صنع الإله وهو بالتالي لا محدود مثله مثل هذا الإله . بكلمات أخرى نجد لأن كانط ينحرف عند هذه النقطة عن حججه العلمية البحتة ويتوصل بالتالي إلى استنتاج أصبحنا نعرف اليوم أنه خاطيء .

أن تكون الأمور على غير هذه الحال فقد تجلّ أول مرة لرجل يعمل في الطب هو دكتور فيلهلم أولبرس الذي كان في بداية القرن الماضي يمارس مهنة الطب في مدينة برمن . من المؤكد أن أولبرس كان طبيباً ممتازاً حيث أنه حصل على جائزة وضعها نابليون لأفضل دراسة عن الديفتريا . إلى جانب مهنته كان يتم في أوقات فراغه بشغف هائل بعلم الفلك . في هذا المجال أيضاً كان نجاحه فوق الوسط . لقد اكتشف ما لا يقل عن ست نيازك وإثنين من أصل التوابع الكوكبية الأربعة التي اكتشفت على الإطلاق (بالاس وفياتا) . علاوة على ذلك فقد حصل في الدوائر الفلكية على شهرة واسعة بطريقته الجديدة في حساب مسارات النيازك .

في يوم من الأيام بدأ هذا الرجل المتعدد الاهتمامات والواسع الذكاء بالتعجب من ظاهرة طبيعية وبسيطة نعيشها جميعاً كل يوم : لماذا يعم الظلام ليلاً . لقد اصطدم اوليرس خلال تأملاته الفلكية بتناقض غريب يبدو ان ما من أحد ممن سبقوه قد لاحظ : اذا كان الكون لا متناهي الكبر وكان ممتلئاً بالنجوم المنتشرة في كل مكان بصورة منتظمة فإن السماء بكاملها يجب ان تبقى حتى بعد غياب الشمس مضاءة بنفس الدرجة كما لو كانت الشمس ساطعة .

كانت طريقة برهان هذا الطبيب على مقولته كما يلي : عدد لامتناه من النجوم ينتج كمية لا متناهية من الاضاءة . صحيح ان اضاءة نجم ما تناقص طردياً وبسرعة كلما ابتعد ، بالتحديد طردياً مع مربع بعده . هذا يعني ان شمسنا لو ابتعدت عنا إلى ضعف المسافة التي هي عليها الآن لتراجعت قدرتها على الاضاءة والتسخين إلى الربع أو أن أي نجم يبعد عنا مسافة أكبر الف مرة من بعد الشمس ستكون اضاءته بالنسبة لنا واحد من مليون من اضاءة الشمس .

حتى هنا يبدو كل شيء على أفضل ما يرام . يبدو أن كمية الاضاءة اللامتناهية التي ينتجها عدد لا متناه من النجوم لا تستطيع بسبب بعد النجوم المتزايد أن تصل إلينا . لكن هذا الاستنتاج كما يبرهن اوليرس هو استنتاج خاطيء وخادع . انه لا يمكن ان يكون صحيحاً لأن عدد النجوم يتزايد مع تزايد المسافة بصورة أسرع من تناقص الاضاءة . يكون هذا التزايد بالتحديد ليس طردياً مع مربع المسافة ، كما هو الأمر بالنسبة لتناقص الاضاءة ، وإنما طردياً مع مكعب المسافة .

لنحاول ان نتصور ما يعني هذا القول . لنفترض كيفياً تماماً أنه يوجد في منطقة حول الأرض ممتدة ١٠ سنين ضوئية في جميع الاتجاهات ١٠٠ نجم تمتد لئاليها بضوء خفيف . لنخط الآن خطوة إلى الأمام وندخل في اعتبارنا جميع النجوم حتى ضعف المسافة أي حتى مسافة ٢٠ سنة ضوئية . ستبدو لنا عندئذ النجوم المضافة التي تبعد عنا وسطياً ضعف المسافة بسبب بعدها المضاعف على درجة من الانارة تبلغ شديتها فقط ربع شدة انارة النجوم المائة التي انطلقنا منها . لكن وهذه هي النقطة الحاسمة : في المجال الممتد إلى ضعف المسافة يوجد ، في حال التوزع المنتظم ، عدد من النجوم لا يساوي الضعف أو أربعة امثال وإنما ثمانية امثال أي ٨٠٠ نجم . اذا ما ضاعفنا المسافة مرة أخرى أي اذا ما اخذنا كرة فضائية حول الأرض قطرها ٤٠ سنة ضوئية فإن درجة اضاءة النجوم المضافة ستراجع إلى واحد من ستة عشر (مربع) المسافة المضاعفة اربع مرات) لكن العدد الاجمالي للنجوم المضافة سيرتفع إلى ٦٤ ضعفاً (مكعب المسافة المضاعفة اربع مرات) .

وهكذا تسير الأمور مع كل تكبير للمسافة . يتزايد عدد النجوم بصورة أسرع بكثير من تناقص اضاءتها . يتعلم هذا ببساطة يكون حجم الكرة الفضائية التي اعتمدناها في تجربتنا هذه حول الأرض يتنامى اسرع من سطحها الذي تظهر عليه النجوم من المنظور الذي نحن فيه .

لذلك يجب ، هكذا يستنتج اوليرس ، ان يأتي وقت ما ، وحتى لو مهما بعدت المسافة ، بحيث نصل اخيراً إلى الحد الذي يعوض فيه تزايد عدد النجوم السريع تناقص اضاءتها الأقل سرعة ومن ثم

يتجاوزوه . بما انه في الكون اللامتناهي الكبير سيتم تجاوز هذه المسافة الحدية في كل الأحوال فإن السبيل يجب أن تبقى مضادة ليلاً كما هي مضادة نهاراً .

من حسن الحظ اننا نستطيع ايضاح المشكلة التي عاجلها اولبرس بطريقة أسهل : علينا فقط ان نتصور انه عندما يحتوي الكون عدداً كبيراً لا متناهياً (نؤكد : ليس كبيراً جداً لدرجة غير قابلة للتصور وانما كبيراً جداً لدرجة لا متناهية) من النجوم فإنه سيكون في كل نقطة من السبيل عدد لا متناه من النجوم تصطف خلف بعضها البعض . عدد لا متناه من النجوم في كل نقطة من نقاط السبيل سيصدر اضاءة لا متناهية وسيصل إلى الأرض منها مقدار لا متناه بغض النظر عن المسافة التي يبقى فيها توزع النجوم منتظماً .

بناء على ذلك استخلص اولبرس : «إن الظلام يجب ان لا يجل ابدأ، حتى ولا في الليل» . لم يكن هناك من يستطيع نقضه ، لأن حساباته واستنتاجاته كانت غير قابلة للنقض . لكن رغم كل هذا التماسك المنطقي في البرهان لم يكن احد يستطيع ان ينفي ان الظلام يجل ليلة بعد ليلة على الأرض . بذلك أوجد اولبرس يطرح سؤاله تناقضاً من النوع الكلاسيكي .

استعان اولبرس ومعاصروه للخروج من هذا المأزق المحرج بالافتراض أن الكون قد يكون «غير شفاف» بما فيه الكفاية . لا شك ان الفكرة صحيحة تماماً من حيث المبدأ اذ أصبح معروفاً اليوم أنه يوجد فعلاً في الكون كتل هائلة من الغبار ، تبدو كغيوم داكنة متراصة الاطراف أو كغبار متناثر بكثافة قليلة يسمى الغبار الكوني ، تخفف الضوء القادم من النجوم البعيدة أو تمتصه (تجذبه) تماماً . بهذا بدا وكأن المسألة قد حلت بصورة مرضية . اذا كان ضوء النجوم لا يصل إلينا كاملاً تكون الفرضيات النظرية المقتعة التي انطلقت منها اولبرس لم تتحقق عملياً وبالتالي النتائج .

هكذا بدا وكأن النظام القديم الجيد والمريح قد عاد على أحسن ما يرام . لكن هذا لم يكن سوى مظهر مضلل لأن هذا المهرب خلق تناقضاً جديداً . اذا كانت المشكلة التي طرحها اولبرس تنطلق من فرضية الامتداد المكاني اللانهائي للكون فإن الحل الذي وضع لها يصطدم مع فرضية الامتداد الزمني الأبدى لهذا الكون .

اذا كان يوجد في الكون غيوم داكنة تمتص الضوء المنبعث من النجوم عندئذ يجب ان يكون هذا الضوء (هكذا يمكن ان نستنتج اليوم) قد سخن منذ زمن طويل هذه الغيوم الداكنة إلى درجة تصبح معها هي نفسها مضية كالنجوم ، إذ لا بد ان تبقى الطاقة المطلقة من النجوم في مكان ما في النهاية لأن ما من شيء يفي في الكون . عندما لا تصل إلينا هذه الطاقة لأن غيوم الغبار تمتصها فإنها ستبقى اذن في هذه الغيوم . ومهما كانت هذه الطاقة التي تجمعها الغيوم عبر زمن طويل بصورة لا متناهية ضعيفة فإن هذه الغيوم ستلتهم حتماً مبكراً أو متأخراً وتصبح مضية كالنجوم . وهكذا نكون قد عدنا ، فيما يخص مشكلة اولبرس ، إلى النقطة التي انطلقنا منها .

اليوم اصبحنا نعرف اين يكمن الخطأ . ان الكون ليس لا متناهياً لا في الكبر ولا في القدم ، لا في المكان ولا في الزمان . بهذا تسقط النقطة الحاسمة في تناقض اولبرس . ان النقطة الأساسية في طريقة

برهان الفلكي الهاوي الفذ هي «المسافة الخدية» الحرجة . لم نزل نتذكر : ان اولبرس استخلص من حساباته بصورة صائبة تماماً ان تناقص اضاءة النجوم سيعوض اعتباراً من مسافة معينة بسبب تزايد عددها بنسبة أكبر طرذاً مع تزايد المسافة .

هذه المسافة الخدية يمكن حسابها وهي تبلغ حوالي ١٠^{١٠} أي ١٠٠ تريليون سنة ضوئية . استناداً إلى هذا الرقم يتضح فوراً لماذا يحل الظلام ليلاً . إن الكون هو اصغر بكثير مما تصور اولبرس ومعاصروه . إنه ليس لا متناهاً وحسب بل هو صغير جداً للدرجة ان تزايد عدد النجوم المطرد لا يبلغ النقطة التي يصبح معها ، حسب حسابات اولبرس ، فعلاً . ان أكبر مسافة كونية واقعية بالنسبة لنا تبلغ حوالي ١٣ مليار سنة ضوئية، وهذا الرقم لا يساوي سوى عشرة إلى مليار من مسافة اولبرس الخدية . (سوف نشرح لاحقاً الاسباب التي تدعونا إلى الاعتقاد ان للكون في الوقت الحالي هذا القدر من الامتداد) . في كل الأحوال يبقى مؤكداً اننا نحصل كلها حل الظلام على برهان ملموس على ان الكون ليس لا متناهاً لا في المكان ولا في الزمان .

بذلك نكون قد عدنا إلى الدوامة الذهنية التي انطلقنا منها في بداية هذا الفصل . اذا كان الكون لا متناهاً في الكبر فكيف يمكن ان يكون محدوداً ؟ كيف يمكن ان ننصور مثل هذه المحدودية للعالم ؟ كيف يمكن ، بتعبير آخر ، ان نحل مشكلة الحدود النهائية التي تحتوي كل ما يوجد بدون استثناء بحيث لا يوجد «خارج» بعد ؟ ان عدم امكانية تصور مثل هذه الحدود هو في النهاية السبب الذي جعل اسلافنا يفترضون ، منذ ان بدأوا تكوين افكار عن هذه المسألة ، بداهة كون العالم لا متناه . وقد كان هذا ينطبق حتى على اولبرس على الرغم من انه توصل إلى البرهان الحاسم على العكس .

إن «عدم القدرة على التصور» الذي يعتبر الحفرة التالية التي اكتسبها العلماء عبر تأملاتهم هو حجة رديئة ومعرضة للطعن عندما يتعلق الأمر بدراسة الكون ككل . يعتبر هذا الاكتشاف احد الانجازات العظيمة التي حققها ألبرت اينشتاين . ان البداهة التي كان ينطلق منها البشر دائماً حتى حصول هذا الاكتشاف الفني ، والمقابلة بأن العالم والطبيعة التي نعيش فيها حتى اعماق احوالها واغمض اسرارها ليست قابلة للفهم وحسب بل وعلاوة على ذلك يجب ان تكون مبنية بشكل يجعلها تخضع للمقدرات التصويرية لدماعنا ، هي في الواقع ليست سوى تعبير آخر عن جنون التمرکز الذي نضع انفسنا فيه . ينطبق هذا بنفس المقدار على ميلنا العنيد والغريزي حتى اليوم إلى رفض تفسيرات بعض الخصائص المعينة للعالم على انها خاطئة فقط لأنها غير مرضية بالنسبة لنا .

إية سذاجة تكمن وراء توقعنا ان كل هذا العالم الذي نجهده أماننا بكل ما فيه من اشياء وما يجنبيء فيها من اسباب يجب ان يتسع له حجم دماغنا بالتام والكمال . لن نخاطر لنا هذه الفكرة العارمة عند أي كائن آخر عدائنا . عند جميع اشكال الحياة الأخرى التي نعرفها نقنع ان هذا غير ممكن اطلاقاً . اننا لا نجد ما يفلق في ان لا تعرف النملة شيئاً عن النجوم . ان يكون الواقع الذي يعيشه قرد أفقر بكثير من واقع العالم الذي يعيش فيه يبدو لنا ايضاً على انه أمر طبيعي . لكن اذا ما راقبنا قرداً بعناية يمكن ان يغمرننا شعور بالاحباط عندما ندرك كم هي قريبة النقطة التي وقف عندها هذا الحيوان في تطوره العقلي

من امكانية التفكير الذكي ، وكم هو يائس احتمال تجاوز هذه النقطة . لكن ما من احد منا يرى ان هذا الامر يستحق التفسير او يرى فيه ما يثير التساؤل بل يبدو لنا طبيعياً تماماً ان يكون الأمر كذلك . ينطبق هذا أيضاً على نظورتنا لأسلافنا وللأشكال الأخرى لـ«انسان ما قبلنا» . لم يكن انسان نياندرتال يعرف أي شيء عن الصبغيات الوراثية ولا عن وجود الذرة بكاملها بغض النظر عن بنيتها المعقدة . رغم ذلك لم تنشأ لا آلية التوريث ولا بنية الذرة مع اكتشافنا لها بعد عدة آلاف من السنين . لولا وجود الصبغية الوراثية لما تمكن انسان نياندرتال من متابعة الاستمرار . في زمانه أيضاً كانت تتحدد مواصفات المواد التي يصنع منها ادواته البدائية بالبنية المختلفة للذرات التي كانت آنذاك تتكون منها أيضاً .

لم يكن انسان نياندرتال يدرك أي شيء عن مجالات العالم المحيط به ولا عن المجالات الكثيرة الأخرى التي اصبحنا ندركها اليوم ليس لأنها لم تكن قد صادفته أو لأن اهتمامه لم تكن تتحرك في هذا الاتجاه . اننا نستطيع ان ندعي بتأكيد كاف ان دماغه لم يكن قد تطور بما يكفي ليتمكن من ادراك اجزاء الواقع التي تختبئ خلف واجهة ما نراه العين . لا يسبب لنا أية صعوبات ان نفتتح ان اجزاء كبيرة من العالم لم تكن موجودة بالنسبة لادراكات هذا الانسان البدائي لأن دماغه ببساطة لم يكن قادراً على ادراكها .

نفس القناعة تصبح دفعة واحدة صعبة بالنسبة لنا عندما يتعلق الأمر بنا انفسنا . عندئذ نتصرف فجأة وكأن كل هذه المليارات من السنين في عمر التطور لم يكن لها سوى غرض واحد وحيد هو السعي للوصول بنا إلى هذه المستوى من التطور الذي نحن عليه الآن . بعدئذ نعرض الحجب هكذا وكأن دماغنا قد بلغ في هذه المرحلة التي نعاصرها صدفه أعلى درجة ممكنة من التطور بحيث يستطيع استيعاب كل هذا العالم بكل ما له من خصائص وقوانين .

إن الحقيقة تكمن في أن وضعنا لم يختلف كثيراً من ناحية المبدأ عن وضع انسان نياندرتال . لا شك ان معارفنا عن خصائص الكون قد قطعت شوطاً بعيداً خلال الوقت الفاصل بيننا . لقد تطور دماغنا كما ان النتائج التي راكمتها عن بحوث ودراسات آلاف العلماء خلال مئات السنين قد فتحت أمامنا آفاق النفاذ الى ما يختبئ خلف ما نراه بالعين المجردة . غير أن هذا التقدم الحاصل خلال المائة الف سنة الأخيرة ليس سوى نقطة في بحر إذا ما قارناه بامتداد الكون الهائل بكل ما فيه من ظواهر وتعقيدات لا يمكن تصورها .

عندما نضع بمساعدة هذه التأملات المعابير في أماكنها الصحيحة يتجلى لنا مقدار سذاجة توقعنا بأن العالم بكل جزئياته يجب أن يكون مفهوماً وواضحاً بالنسبة لنا . كما انه يصبح عندئذ من الأسهل علينا أن نفتتح أن المواقع التي لا نستطيع فهمها هي تماماً هناك حيث تعتمد بحوثنا عن شروط الوسط اليومي المعتاد . لذلك ليس هناك ما يبعث على العجب أن تكون الظروف في داخل الذرة وفي أقصى حدود الكون هي التي يصعب علينا تصورها وتبدو لنا «غير واضحة» . إن السبب الحقيقي للمتعب يكمن أكثر في أننا لا نستطيع على الاطلاق أن نضع تصورات مفيدة عن تلك المناطق من الكون أيضاً وإن كان يتوجب علينا

أن نكتفي بمعادلات رياضية ذهنية تجريدية تتضمن رموزاً غير واضحة .

إن الاكتشاف القائل بأن الكون ككل يختلف عما تعودنا عليه وعما يتناسب مع قدراتنا على التأمل والتصور هو انجاز فريد قام به البرت آينشتاين . كانت خلاصة تأملاته هي النظرية النسبية الاسطورية التي يقود اسمها الى التضليل . انها لم تعد نظرية بعد . على الأقل منذ ذلك اليوم من شهر آب عام ١٩٤٥ عندما تدمرت هيروشيما ، لأنه بدون اكتشاف آينشتاين حول تطابق المادة والطاقة لما كان صنع القنبلة الذرية ممكناً . كما انها علاوة على ذلك لم تكن نظرية منذ البداية بللمعنى الذي لم يزل يظنه كثير من الناس وهو أنها تكهن تخميني تم التوصل اليه في المكتب . على العكس من ذلك استندت نقطة انطلاقها على نتائج تجريبية ، أي على وقائع علمية ، لم يكن فهمها ممكناً بمساعدة القوانين الطبيعية المعروفة حتى ذلك الحين . كانت أهم نقطة انطلاق هي النتيجة الغامضة لتجربة قام بها الفيزيائي الامريكي البرت ميشلزون في عام ١٨٨١ في شيكاغو .

قام ميشلزون بتصميم جهاز يمكنه بواسطة ترتيب معين لعدد من المرايا من قياس سرعة الضوء القادم من الشمس بطريقتين احدهما بصورة عمودية على مسار الأرض والأخرى بصورة يتوجب معها جمع سرعة الأرض على مسارها الى سرعة الضوء . صحيح أن سرعة الضوء تبلغ ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية وسرعة الأرض بالنسبة للمنبع الضوئي ، أي الشمس ، تبلغ فقط ٣٠ كم في الثانية لكن رغم ذلك كان يتوجب أن تكون النتيجة في الحالة الاولى ٣٠٠٠٠٠ كم وفي الحالة الثانية ٣٠٠٠٣٠ كم في الثانية ، أي أن الفرق كان زهيداً . لكن ميشلزون كان قد صمم أجهزته بشكل بارع بحيث كانت قادرة على قياس الفرق بدقة كاملة .

تكمن الأهمية التاريخية لهذه التجربة في أنه عند القياس لم يظهر أي فرق . في كلا الحالتين حصل ميشلزون على نفس الرقم وهو ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية . كان هذا الامريكي يستطيع تدوير جهازه كما يشاء لكن سرعة دوران الأرض وبكل بساطة لم تقبل الإضافة الى سرعة الضوء . بما أن شروط اجراء التجربة كانت سهلة نسبياً وواضحة فقد بدت النتيجة مفاجئة تماماً وغامضة لأن ما من أحد يشك بحقيقة دوران الأرض حول الشمس .

أعيدت التجربة في السنين التالية مراراً لكنها أعطت دائماً نفس النتيجة (السلبية) مما أفقد الفيزيائيين صوابهم . كان آينشتاين أول من توصل في عام ١٩٠٥ الى اعطاء تفسير لهذه الأحجية . على الرغم من أن تفسيره بدا هزئياً في البداية فإنه كان الأساس الذي بنى عليه «نظريته» الشهيرة . يمكننا القول ان آينشتاين تمكن من حل مشكلة تجرية ميشلزون لأنه لم ينطلق كغيره من النتيجة التي توقعها الجميع وإنما انطلق من النتيجة الفعلية واعتبرها صحيحة على الرغم من أنها كانت تبدو على أنها تخالف جميع قواعد المنطق السليم .

كانت النتيجة التي يتوقعها الجميع ويعتبرونها بديهية هي أن سرعة دوران الأرض يجب أن تضاف الى سرعة الضوء . لقد كانت الحالة واضحة تماماً كحالة المسافر في قطار الذي يتمشى داخل هذا القطار . إذا كان القطار يسير بسرعة ١٠٠ كم في الساعة وكان المسافر يتحرك داخل القطار بسرعة ٥ كم في الساعة

- باتجاه حركة القطار عندئذ تكون سرعة المسافر بالنسبة للأرض خارج القطار ١٠٥ كم في الساعة . هذه النتيجة صحيحة ويمكن قياسها ، لأن سرعتين ، سرعة القطار وسرعة المسافر المتحرك داخل القطار ، يجمعان الى بعضها البعض . في الحالة المذكورة ، تتفق النتيجة تماماً مع مبدأ «القابلية للاعدادة لجمع السرعات» الذي كان معروفاً في علم الحركة الكلاسيكي وكان يبدو بديهياً .

على ضوء هذا المبدأ كان غير مفهوم لماذا لم تحصل عملية جمع السرعتين في تجربة ميشلزون . صحيح أن إحدى السرعتين التي يجب جمعها - وهي سرعة الضوء - كانت في هذه التجربة أكبر بكثير من السرعتين المدوستان في حالة القطار لكن هذا الفرق لم يكن ، كما كان يبدو لهم آنذاك ، ليؤثر بأي حال من الأحوال على مبدأ التجربة وعلى النتيجة المتوقعة .

كانت المفارقة العبقريّة لأينشتاين تكمن في افتراضه أن الفرق بين نتائج التجريبتين ربما يتعلق فعلاً بالتفاوت الكبير بين السرعات . على الرغم من أن هذا الافتراض كان يبدو غير اعتيادي وغير منطقي فقد انطلق منه أينشتاين قائلاً : ربما يكون العالم في مجال السرعات الكبيرة جداً كسرعة الضوء مختلفاً عنه في مجالات الحياة اليومية التي اخترناها .

في أثناء هذه التأمّلات تزايد لدى أينشتاين الشك بصحة مبدأ «القابلية للاعدادة لجمع السرعات» الذي كان يبدو بمنتهى البساطة . كان هذا المبدأ يبدو للوهلة الأولى مقنعاً ولا يحتاج إلى أي برهان . لكن عند متابعتها الى النهاية يؤدي في حالته القصوى الى نتائج مشكوك بها . القابلية «للاعدادة» للجمع تعني مبدئياً أننا نستطيع جمع السرعات الجزئية الى بعضها البعض حتى نصل أخيراً الى سرعة لا نهائية . لكن السرعة اللانهائية لا يجوز أن تكون موجودة في الواقع ، هكذا استخلص أينشتاين ، لأننا في هذه الحالة ستمكن من اجتياز الكون «لحظياً» وهذا طبعاً هراء . بذلك كانت نقطة الإنطلاق للمخطوطة الحاسمة قد وجدت وكان أينشتاين الانسان الأول الذي قام بذلك : إذا كانت السرعة اللانهائية غير ممكنة فلا بد من وجود سرعة قصوى ، سرعة حدية عظيمة ، لا يستطيع تجاوزها أي شيء ، لا المادة ولا الاشعاع ولا أي شيء آخر .

إذا كان الأمر كذلك فإن النتيجة الغامضة لتجربة ميشلزون تصبح واضحة ومفهومة . لم تعد هناك حتى حاجة الى تعديلها . كان يكفي فقط الافتراض أن سرعة الضوء هي هذه السرعة القصوى التي لا يستطيع تجاوزها أي شيء في هذا الكون . عندئذ يصبح واضحاً لماذا لا تقبل هذه السرعة الجمع الى أية سرعة أخرى . إن نتيجة تجربة ميشلزون ، هكذا أنى أينشتاين تأملاته ، لا تقبل التعليل إلا بافتراض أن ما من شيء يستطيع أن يتحرك أسرع من الضوء ، أي أسرع من ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية ، حتى ولا الضوء ذاته . لقد اضطررنا في القرون الأخيرة خلال دراستنا وبحوثنا عن الطبيعة الى التعود مراراً وتكراراً على أن الواقع يختلف عما كنا نعتقد . لقد تعلمنا أن البرق والرعد لا تتجهها الآلهة الغاضبة وإنما حقول كهربائية لا مزية لا نستطيع تصورها . لقد تعودنا على ذلك واستخلصنا منه العبر المفيدة . اننا نستطيع ذكر العديد من الأمثلة ابتداء باكتشاف كروية الأرض وانتهاء بالمفاجأة الكبيرة بأن الكون منناه . لم نتوقف طويلاً في أي من هذه الحالات عند السؤال ، لماذا هو الأمر كذلك . علينا أيضاً فيما يتعلق

بسرعة الضوء أن تنصرف تصرفاً مماثلاً . ليس من أحد يستطيع أن يقول لنا لماذا سرعة الضوء هي أعلى سرعة ممكنة حتى ولا أينشتاين نفسه . إنها كذلك وحسب . إن تجربة ميشرون تقدم لنا البرهان القاطع ولا يبقى أمامنا سوى قبوله كحقيقة - حتى ولو مهما تناقضت هذه الحقيقة مع تصوراتنا المعتادة ، وحتى لو تناقضت مع منطقنا . لكن سرعة الضوء وخصائصها المتميزة هي من خصائص الكون وليس هناك ضرورة لأن يتطابقا .

تعتبر هذه القناعة الانعطاف الحاسم الذي جلبته معها النظرية النسبية . من فهمها يكون قد أدرك الأهمية الانقلابية لهذه النظرية . لقد أصبح واضحاً منذ أينشتاين أن الجواب على السؤال عما يجعل العالم متناسكاً داخلياً يختلف عما كان أسلافنا يتمنونونه منذ آلاف السنين : إنه ببساطة غير ممكن . ما من أحد يستطيع أن يقول لنا لماذا تبلغ سرعة الضوء في الفراغ تماماً $299792,5$ كم في الثانية (هذا هو المقدار الدقيق المحسوب اليوم) ولماذا هذا الرقم بالذات يحدد أعلى سرعة ممكنة في هذا العالم . علينا أن نقبل هذا الأمر كما هو . ينطبق نفس الشيء على النتائج المترتبة الزامياً على هذا الاكتشاف .

تشكل هذه النتائج المحتوى الخاص للنظرية النسبية . لا نود الدخول في تفاصيل هذه النظرية لأنها صعبة ولا يمكن شرحها إلا بمعادلات رياضية معقدة . إلا أنني أريد أن أوضح بمثل واحد السبب الذي يجعل من حقيقة كون سرعة الضوء هي أقصى سرعة ممكنة قضية ذات نتائج خطيرة وهامة : في حال عدم وجود أية امكانية في الكون لاجراء الاتصالات وللقيام بمشاهدات معينة أسرع من الضوء يصبح مثلاً مفهوم «التطابق الزمني» عليهم المعنى .

إذا أردنا أن نعبّر بدقة فإننا نستطيع القول ان علماء الفلك لا يشاهدون ولا يراقبون في قبة السماء سوى أشباح ، لأن الأجسام السايوية التي يشاهدونها بمنظارهم ويصورونها بأجهزتهم لم تعد موجودة . إنهم يرون بسبب السرعة النهائية للضوء النجم الذي يبعد عنهم عشر سنين ضوئية كما كان قبل عشر سنين . صحيح أن هذه الحالة غير ذات أهمية بالنسبة للملاحظة الفلكية العلمية ، لكن من الناحية الدقيقة والصحيحة فإنها ذات أهمية أساسية ، لأننا لن نتمكن أبداً ولا بأية طريقة من الطرق ولا في أي وقت من الأوقات أن نرى هذا النجم أو غيره من النجوم كما هو فعلاً في اللحظة التي نراقبه فيها . سنفترض الآن ان بركاتين قد انفجرا في «نفس الوقت» أحدهما على الأرض والآخر على هذا

الكوكب الذي يبعد عنها عشرة سنين ضوئية . ماذا تعني عندئذ كلمتا «نفس الوقت» ؟ لا نحن ولا مراقب مفترض على الكوكب البعيد يستطيع أن يعيش الانفجارين في نفس الوقت . إن صورة الانفجار تحتاج الى عشر سنين لقطع المسافة. وبما أن سرعة الضوء هي أقصى سرعة ممكنة فلا يوجد أي شيء يستطيع أن يخبرنا نحن أو يخبر المراقب الآخر بزمان أقصر عن حصول أو عن توقيت الانفجار لدى الشريك الآخر .

هذه الحالة وحدها تجعل من مفهوم «التطابق الزمني» ، عندما نفكر فيه بعمق ، قضية باهتة لا وجود لها . طبعاً يمكن لاحقاً بعد معرفة المسافات وبمساعدة الحسابات الرياضية ومنها قوانين النسبية معرفة ما إذا كان الانفجاران قد حصلا قبل عشر سنين في نفس الوقت . لكن أن نعيش الحالة أو نشاهدها مباشرة فهو أمر مستحيل إطلاقاً . هذه الامكانية يمكن أن تتوفر فقط لمراقب يتواجد صدقة على

كوكب ثالث ثابت يقف تماماً في الوسط بين الكوكبين اللذين حصل عليهما الانفجاران . هذا المراقب سبرى فعلاً الانفجارين يحصلان في نفس الوقت - وإن كان سببهما بسبب موقعه المتوسط بعد خمس سنين من حصولهما .

قبل أن نتسرع في التعبير عن الرضى بهذا «التطابق الزمني» المشروط يتوجب علينا أن نعرف أنه لم تزل هناك مشكلة في غاية التعقيد . لنفترض أن مراقباً رابعاً يركب صاروخاً سريعاً يتدفع نحو الأرض ماراً أمام المراقب الثالث الموجود على الكوكب الثابت المتمركز في الوسط وأنه قد وصل إليه تماماً في نفس اللحظة التي رأى فيها الانفجارين (وإن كانت رؤيته لها متأخرة خمس سنوات) . هذا يعني أن المراقب الموجود في الصاروخ سيكون في هذه اللحظة أيضاً تماماً في الوسط بين الانفجارين . ماذا سبرى ؟ على الرغم من أن الرجل الراكب في الصاروخ يراقب في هذه اللحظة من نفس النقطة التي يراقب منها زميله على الكوكب الثابت فإنه لا يرى الانفجارين في نفس الوقت . بسبب السرعة الهائلة التي يتحرك بها متجهاً إلى البركان الأرضي تصله الأشعة الضوئية القادمة من هناك بعد تلك القادمة من البركان الذي يعتمد عنه بنفس السرعة . الآن أصبح الإرباك كاملاً . أعيها «مصيب» إذن ؟ المراقب الواقف على الكوكب الثابت أم الرجل الراكب في الصاروخ ؟ الأول يدعي أن كلا البركانين قد حصل في نفس الوقت . أما الطيار فيعارض هذا بحجة وهو مستعد للبرهنة على صحة ادعائه بعرض فلم مصور إذا لزم الأمر . أعيها إذن مصيب ؟ أعيها يعبر صحيحاً عن «الحالة الفعلية» ؟

كان جواب أينشتاين على هذا السؤال : «كلاهما» . إنه ليس ممكناً تفضيل إحدى نقطتي المراقبة على الأخرى واعتبارها هي «الوحيدة الصحيحة» ليس هناك أي معيار يعطينا الإمكانية لاتخاذ هذا القرار . الاستنتاج الوحيد الممكن في هذه الحالة هو الاقتناع بأن «التطابق الزمني» (نفس الوقت) غير موجود في الواقع - في كل الأحوال غير موجود عندما يتعلق الأمر بمسافات كبيرة جداً وبسرعات عالية جداً . إن مسألة التطابق الزمني لحدثين تتعلق بحركة وسرعة المراقب . بناء عليه فإن الزمان يتعلق إذن بـ «الحالة المكانية» (أي السرعة) للمراقب . يستخلص من ذلك أن جميع المقولات حول الزمان يجب أن تراعي الشروط المكانية . بكلمات أخرى : هناك علاقة «تناسب» بين الزمان والمكان . من هنا جاء اسم النظرية النسبية . هناك علاقة متبادلة بين المكان والزمان .

توصل أينشتاين بتجربة هذه الأفكار إلى الاكتشاف بأن الزمن في السرعات العالية القريبة من سرعة الضوء يمر ببطء^(١) وبأن المادة في الواقع ليست سوى حالة معينة للطاقة . كما توصل بعد عشر سنين ، في

(١) لو أن مسافراً في مركبة فضائية قام برحلة بسرعة الضوء واستغرقت تلك الرحلة سنة ضوئية كاملة (مقياسية مرافقة له في الرحلة أشارت إلى انقضاء سنة كاملة) ثم عاد إلى الأرض فإنه لن يجد عليها أحداً عن كان يعرفهم . . . جميع من يعرف مناوا منذ زمن بعيد . ويعطى رقم في هذه الحالة لعدد السنوات المكانية التي انقضت على الأرض خلال الرحلة المذكورة . وقد استعملت هذه الفكرة في قصص الخيال العلمي وفي محاولة لتفسير ما يسمى بالصهون الطائرة .

عام ١٩١٥ ، الى الانتعاش بأن المكان ، شأنه شأن الزمان ، ليس «مطلقاً» . كما أن الزمان يتعلق بالمكان فإن خاصيته تتحدد (وتتغير) بواسطة ما يحتويه من مادة . وبما أن الكون ممتلئ بالمادة الموزعة فيه توزيعاً منتظماً فإنه يجب أن يكون تبعاً لكميتها وتوزعها «عديباً» (مكوراً) .

لا يمكن البرهان على ذلك إلا بواسطة معادلات رياضية معقدة . لهذا سنكتفي بالقول انه لم يعد يوجد اليوم في العالم فيزيائي أو رياضي جاد يشك في هذه الاستنتاجات للنظرية النسبية . على من يرى أنه مضطر الى الاعتراف بأنه لا يستطيع أن يتصور «مكاناً عديباً» أن لا يخشى أن هذا يشير الى نقص في الذكاء أو في المعرفة . حتى آينشتاين لم يكن في وضع أفضل . ما من انسان يستطيع أن يتصور منحذب المكان أو منحذب الفضاء لكن المعادلات الرياضية تبين أنه محذب .

تشبه المعادلات الرياضية المركبات الفضائية التي يطلقها العلماء ، الذين وصلوا الى الحدود القصوى لقدرةهم على التصور ، على أمل أن تعود اليهم حاملة بعض الأجوبة عن وقائع العالم الموجودة خلف هذه الحدود . عندما حاول آينشتاين أن يعرف شيئاً عن الطريقة أو الحالة غير القابلة للتصور والتي يمكن أن يكون فيها الكون المتناهي محدوداً حصل على الجواب بأن الفضاء الكوني عذب وهو لذلك لا يحتاج الى حدود .

مهما بدت هذه المقولة غامضة فهي مرضية بصورة فائقة . لماذا ؟ لأننا نستطيع اجراء مقارنة بسيطة نعرفها بادرأكتنا الحسية تشبه هذه الحالة . هذا التشابه نراه في حالة «سطح الكرة» . يمكن النظر الى سطح الكرة على انه مستو ذو بعدين مستويين أما بعده الثالث فهو منحذب بحيث يتحرك متغلقاً على ذاته . كنتيجة لهذا المنحذب يصبح سطح الكرة متناهيّاً على الرغم من أنه لا محدود (لا حدود له) . مهما بدا هذا الربط بين خصائص الكرة وخصائص الكون للوهلة الاولى متناقضاً فإن كل شخص يستطيع بمجرد النظر الى كرة عادية أن يقتنع أن ما قلناه صحيح .

تماماً بنفس الطريقة ، هكذا تدعي معادلات آينشتاين ، يتحذب الكون الثلاثي الأبعاد في بعده التالي الأعلى (في هذه الحالة الرابع) بحيث ينغلق على ذاته دون أن تكون له حدود . إن هذه المقولة مرضية لأنها تمحورنا أخيراً من الدوامة الذهنية التي سبق وأشرنا إليها مراراً . حتى وإن كنا لا نستطيع تصور ذلك فإننا نعرف الآن على الأقل ان الكون غير محدود ومتناه في الكبر في آن واحد . قد يدفع غموض حل هذه المشكلة الكثيرين الى الشعور بخيبة الأمل . يجب أن لا نثير فينا هذه الحالة بعد كل ما عالجناه حتى الآن

== إن ساعة أو مقياساً أرضية مهما كان نوعها إذا تحركت بسرعة الضوء تتعطل تماماً آلية عملها الداخلية ولن تعمل كمقياس طالا السرعة هي سرعة الضوء لأنها هي نفسها تكون قد تحولت الى ضوء . أما إذا كانت سرعة الرحلة قريبة جداً من سرعة الضوء فإن المقياس ستتحرك ببطء كبير وكلما نقصت سرعة المركبة كلما زادت حركة المقياس الداخلية وهي تمود لعملها الطبيعي في شروط السرعات الأرضية .

إن زيادة معدل استهلاك الطاقة يؤدي لضغط الزمن (تقلصه) . وتختفي معدل استهلاك الطاقة يؤدي لط الزمان (استهلاكه) . إن قطار يقوم برحلة حول الأرض بسرعة ١٠٠ كم / ساعة يستغرق ٤٠٠ ساعة . راجع في هذا الصدد كتاب : تطور الأفكار في الفيزياء ترجمة الدكتور أحمد السنان . ملاحظة من المراجع .

كثيراً من الدهشة . إننا نتحرك في مسألة حدود الكون على الأطراف القصوى لقدرة أدمغتنا ، الناشئة في شروط أرضية ، على الاستيعاب .

لذلك يجب أن نكون حذرين في استخلاص أمور أخرى أكثر من المقارنة التي حاولنا بواسطتها توضيح المعلومات التي تقدمها لنا «مركبات الفضاء الرياضية» . يمكن النظر الى هذه المقارنة على انها برهان على حقيقة وجود بعد رابع . إذا كان الكون الثلاثي الأبعاد يجب أن يتحدب في «بعده التالي الأعلى» فإن هذا «البعد التالي الأعلى» يجب أن يكون موجوداً حقاً . رغم ذلك فإن الحلب مطلوب هنا . لقد قمنا بالمقارنة مع سطح الكرة بترجمة المعلومات الغامضة التي تقدمها لنا المعادلات الرياضية وما من أحد يعرف عما إذا كنا قد شوهدنا أو زورنا الرسالة الأصلية عبر هذه الترجمة . لذلك قد يكون خاطئاً أن نستخلص من الخبر المترجم - أي من النموذج الذهني لسطح الكرة - معلومات أخرى . لقد اصطدنا هنا نهائياً بحدود لا نستطيع أدمغتنا تجاوزها كما أن «المركبات» الرياضية لا تستطيع أن تحلب لنا معلومات اضافية عما يوجد خلف هذه الحدود .

عليّ أن أعترف أنني أكمش نفسي أحياناً متلبساً بالتفكير انه قد يكون هناك مراقب ينظر إلينا من البعد الرابع ويرى كيف نجهد أنفسنا عبثاً لتصور «الكون المحذب» وكيف أننا نصطدم مرة تلو المرة لا بحدود الكون وإنما بحدود أدمغتنا ذاتها . قد يغمره عندئذ أيضاً شعور بالاحباط عندما يدرك كم هي قريبة النقطة التي وقفنا عندها في تطورنا العقلي من امكانية تصور البعد الرابع وكم هو يائس احتمال تجاوزنا لهذه النقطة .

بعد مرور ما يزيد عن ٣٠٠ سنة على اعدام جيوردا نويرولا (حيث كُرمّ الموقع الذي اعدم فيه منذ عام ١٨٨٩ بنصب تذكاري) وجد العلم جواباً على السؤال حول هيئة الكون ككل . انه منغلِق في ذاته ولذلك غير محدود لكنه متناه .

إن مركبة فضائية خيالية تتحرك بسرعة الضوء وتسير زمناً طويلاً كافياً وبدقة تامة دائماً نحو الأمام سوف تعود حتى بسبب هذه البنية للكون بعد زمن طويل جداً (على الأرجح بعد ٢٥ الى ٣٠ مليار سنة) الى نفس النقطة التي انطلقت منها . مهما كان توجيه القبطان للسفينة مستقيماً ودقيقاً فإن النتيجة لن تتغير لنفس السبب الذي يجعلنا على سطح الكرة ، على سطح الكرة الأرضية مثلاً ، نمود الى نفس النقطة التي انطلقنا منها مهما حاولنا جعل حركتنا نحو الأمام دقيقة ومستقيمة .

أيضا توجه ركاب هذه السفينة الفضائية الخيالية فإنهم لن يشعروا في أي وقت من الأوقات بتحديد لحريتهم في الحركة . سوف يرون من كل نقطة على طريق رحلتهم نفس المنظر : عدداً لا محدوداً من النجوم والمجرات المتوزعة بانتظام في جميع اتجاهات الفضاء مهما امتد بهم البصر . أن يتحركوا في رحلتهم بسبب الخصائص المتميزة للفضاء الذي يعبرونه دائماً فقط على مسارات تتحدب في البعد الرابع وتتغلق وبالتالي على ذاتها فإنهم لن يلاحظوا أي شيء من هذا القبيل . إن أدمغتهم ليست قادرة على ادراك مثل هذا «التحدب المكاني» .

بذلك تبدو جميع المشاكل قد حلت حلاً مرضياً وجميع التناقضات قد أزيلت . يعتبر جواب آينشتاين

عل السؤال المرفق في القدم واحداً من أهم انجازات العقل البشري . إن ما يثير فيه مقداراً أكبر من الدهشة هو أنه يقع تقريباً خارج مدى عقولنا . غير أنه كانت هناك مسألة جزئية صغيرة قادت أينشتاين الى الخطأ . عندما كان منهمكاً في صياغة وشرح معادلاته الجديدة التي تصف الكون المحذب كان يتوصل في كل مرة عند التمهيع الدقيق الى ان الكون لا يمكن أن يكون مستقراً . كيفما أجرى حساباته كانت النتيجة دائماً هي ذاتها . بناء على هذه المعادلات لم يكن ممكناً لهذا الكون المحذب الموصوف بهذه الطريقة أن يستمر . كانت هذه الرموز الرياضية التي تعبر عن مواصفات الكون تقول انه يجب على هذا الكون الانتهاء والمحذب إما أن يتجمع الى بعضه البعض وينهار دفعة واحدة أو أن يتباعد عن بعضه متتسراً في جميع الاتجاهات .

إنه لأمر يثير الدهول ان هذه المقولة كان يمكن استخلاصها من معادلات أينشتاين حتى قبل وجود أدنى مؤشر الى كونها ممكنة . عندما نعرف كماله القصة تصبح هذه المقولة التاريخية مثلاً صارخاً تنجس له الأنفاس على الفعالية הרعبة التي تستطيع بها «مركبات الفضاء الرياضية» اكتشاف حقول بقيت مغلفة أمام قدرتنا على التصور .

حتى أينشتاين نفسه لم يصدق معادلاته آنذاك في هذه الناحية . لقد بدت له هذه النتيجة لا معقولة . لذلك قرر إضافة عدد بصورة مصطنعة الى معادلاته اختاره بعناية بحيث يلغي النتيجة التي كانت تقابضه . أطلق على هذا العدد الذي أدخله بين الحلقات الأخرى الكثيرة لمعادلاته المعقدة تسمية العدد «الكوني» أو الحلقة «الكونية» . بدأ هذا التدخل المتعمد في النتائج الرياضية البحتة بالنسبة للمختصين من زملاء أينشتاين أيضاً على أنه مبرر ومسموح ، لأن ما من أحد كان يشك آنذاك باستقرار واستمرار الكون . لذلك كان يجب أن تكون هناك قوة طبيعية ما تتطابق مع «الحلقة الكونية» التي أضافها أينشتاين تعمل على جعل العالم مستمراً رغم تحدّيه . ولا بد ان العلماء سيتمكنون في وقت ما من اكتشاف هذه القوة .

إننا نستطيع القول بعد كل هذا الشرح ان أينشتاين قد أضاف لاحقاً هذه «الحلقة الكونية» على معادلاته لأنه - وهنّا سنلاقي بعض الحرج في القول - لم يستطع أن يتصوره أن العالم غير أبدي . إننا نجد أنفسنا مضطرين الى القول ان العقوبة على هذا «العدم، التزام» قد جاءت بعده على الدعة . بعد الحرب العالمية الأولى بقليل تم تدشين منظار تلسكوبي على قمة مونت ويلسون في كاليفورنيا استمر بناؤه عشر سنوات . كان قطر المرايا في هذا الجهاز مترين ونصف المتر وظل لمدة ٣٠ عاماً أكبر منظار على الأرض . بواسطة هذا المنظار تمكن مدير المرصد إيدن هويل من «فكك» ضباب اندروميدا الى نجوم منفردة . بهذا قدّم أول برهان على أن ما يسمى الضباب الحلزوني الذي لا يرى بالعين المجردة ، والذي وجد الفلكيون كميات لا يمكن حصرها منه على الصور التي التقطوها ، ما هو إلا مجرات موجودة خارج المجرة التي نتسب اليها (درب التبانة) .

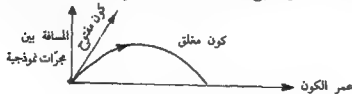
لم يكن عجباً ان اهتمام الفلكيين ، الذين وضع هذا المنظار العملاق تحت تصرفهم ، قد تركز في السنين اللاحقة على هذه الأجرام السايوية البعيدة . كان هويل ثانية هو الذي توصل الى الاكتشاف التالي

المثير والشهير : «إن الكون يتمدد» .

كانت منذ عام ١٩١٢ تتجمع المشاهدات التي تشير الى أن خطوط الطيف في الضباب الحلزوني تنحرف بصورة عامة نحو الموجة الطويلة أي الى القسم الأحمر من الحقل الطيفي . قام هابل ومساعدوه بدراسة هذا والانحراف الأحمر دراسة منهجية تحليلية . تبين من هذه الدراسات أن الانحراف نحو الأحمر موجود عملياً بالنسبة لجميع الضبابات الحلزونية . لكن أهم اكتشاف توصل اليه هابل هو البرهان على أن انحراف خطوط الطيف نحو الأحمر يزداد كلما كان الضباب المدروس أكثر بعداً . استخلص هابل من نتائج دراساته التي استمرت سنين عديدة أخيراً في عام ١٩٢٩ الاستنتاج الوحيد الممكن الذي لم يزل مقبولاً حتى الآن وهو : أن الانحراف نحو الأحمر يجب أن يكون ، بناء على ما يسمى البعد المزدوج ، تعبيراً عن حركة هروب تقوم بها جميع الضبابات . بناء على ذلك فإن جميع الضبابات الحلزونية تتبع سرعة هائلة عن بعضها البعض في جميع الاتجاهات وتكون سرعتها بالنسبة لبعضها البعض أكبر كلما كانت أبعد .

تكون سرعات الهروب هذه في الحالات القصوى عالية الى درجة لا تصدق . إن الأجسام ذات البعد الأقصى لم تعد منذ عدة سنوات تعتبر ضباباً حلزونياً وإنما أجساماً غامضة تسمى «كازار» . إن كلمة كازار هي اسم خيالي مشتق من اختصار انكليزي يعبر عن أجسام تشع موجات راديو ولها مظهر يشبه مظهر النجوم . إنها بالتأكيد ليست نجوماً لكن ما من أحد يعرف حتى اليوم أي نوع هي من أنواع الأجرام الفضائية . بعض فيزيائيي الفضاء يتكهنون أنها موجودة «على أطراف الكون» وهي عبارة عن مجرات في مرحلة مبكرة جداً من مراحل التطور . إن الشيء الوحيد الذي يهمني هنا هو أن الكازارات تطلق أشعة راديو شديدة القوة لدرجة تبهن أنها أبعد بكثير من أبعد الضبابات الحلزونية . إن أبعد الضبابات الحلزونية يوجد على مسافة قدرها واحد الى اثني مليار سنة ضوئية . أما سرعتها في الهروب^(٢) فتبلغ حوالي ٥٠٠٠٠ الى ٦٠٠٠٠ كم في الثانية . مهما بدت لنا هذه السرعة خيالية فإن

(٢) إن نظرية الانفجار الكبير (بيغ بانغ) تشير وحسباً أثبت هبل أن الكون يتمدد وأن المجرات تبعد عن بعضها البعض بسبب الانفجار الحاصل قبل حوالي ١٥ مليار سنة ، وكما في حالة الجسم المفلوف فإنه يتعرض لقوة تجاذب بين كتله والكتل الأخرى المحيطة أو المجاورة له ولقوة الدفع الناتج عن الانفجار. هناك علاقة بين القوتين أو بين الكتلة المفلوفة وسرعتها فإذا كانت الكثافة أكبر من حد معين (الكثافة الحرجة) فإن المجرات المتباعدة ستصل سرعتها في زمن آت الى سرعة الصفر ثم بعد ذلك تبدأ مرحلة العودة أي التجاذب بين المجرات أما إذا كانت الكثافة أقل فإن الكون سيتابع تمدده وسرعة الهروب المذكورة هنا بالتالي ليست سرعة الهروب التي تحدد السرعة التي يجب أن يمتلكها جسم ليستطيع مغادرة كوكب موجود عليه . راجع كتاب : الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون تأليف ستيفن وينبرغ . ترجمة محمد وال الأناني . - ملاحظة من المراجع .



سرعة الكازارات تتجاوزها بمقدار كبير . يضرب الرقم القياسي كازار يبعد عنا حوالي ثمانية مليارات سنة ضوئية . تبلغ سرعته ٨٠ بالمائة من سرعة الضوء : ٢٤٠٠٠٠٠ كم في الثانية .

إذا ما نظرنا الى صورة الكون على ضوء اكتشافات هوبل فإننا نرى منظر انفجار هائل يتجاوز جميع حدود القدرة على التصور . عندما سمع أينشتاين باكتشاف هوبل سحب بصمت «الحلقة الكونية» من معادلاته . لم تعد هناك حاجة لمعامل تصحيح . لقد قالت المعادلات الحقيقية : إن الكون ليس متناهِياً وحسب بل هو غير مستقر أيضاً . إنه لا يشغل حيزاً متناهِياً وحسب بل إنه ليس أبدياً أيضاً . ليست هناك حاجة الى التعليل بأن الكون المتضجر أو ، كما يحب العلماء أن يعبروا بطريقتهم الباردة ، «المتلدة» هو عكس الكون المستقر . إنه يغير مواصفاته في كل لحظة تمر وحتى لو اقتصر هذا التغير على أن المادة التي يحتويها تصبح باستمرار أرق كنتيجة لامتساعه للترايد . ليست هناك أيضاً حاجة الى التعليل بأن الحركة الانفجارية للكون لن تستمر حتى الأزل . بكلمات أخرى : لقد توصل العلماء هنا الى حقائق تؤيد الفكرة القائلة بأنه يجب أن يكون للكون بداية .

بدت هذه الامكانية لكثير من العلماء على أنها انقلابية ولا علمية أو ، لكي نذكر التعبير المحب للكثيرين منهم ، «أحادية» للدرجة أنهم وضعوا عدداً كبيراً من النظريات لتجنب هذا الاستنتاج الغير الذي يذكر بالأساطير القديمة والمفردات الدينية . لم نعد بحاجة الى التطرق الى هذه النظريات أو «النماذج الكونية» المعقدة لأن اكتشاف بنزياس وويلسون المذكور في مطلع هذا الكتاب قد حسم المسألة بصورة نهائية . لقد كان للعالم فعلاً بداية .

الآن نستطيع أن نفهم لماذا أثار الاشعاع المكتشف ذو المواصفات الغريبة في ربيع عام ١٩٦٥ في غير شركة بيل تلفون لدى العلماء كل هذا المقدار من الانفعال . لا نحتاج الى أن ن فكر بإمكانية الحساب العكسي لحركة الهروب المفاصة حتى الآن للضبابات الحلزونية المنفردة . لقد حصل هذا حتى الآن في مئات الحالات . لم نزل نتذكر : ان أقرب الضبابات هي الأبطأ وكلما كانت مسافتها أبعد كانت سرعتها أكبر أيضاً .

قد تكون كذلك ببساطة لأن أسرع الضبابات كان الأسرع منذ البداية ولذلك وصل الى أبعد مسافة ؟ عندما خطرت الفكرة على البال لأول مرة وبدأ العلماء بالحساب استناداً الى مسافات وسرعات الضبابات المختلفة تبين فوراً أن صورة الانفجار يجب أن تفهم فعلاً بحرفيتها . قبل حوالي ١٣ مليار سنة يجب أن تكون كل هذه الضبابات وكل ما يحتويه الكون من مادة (بما في ذلك الحيز الكوني ذاته) مجمعة في نقطة واحدة . لقد بدأ الكون بالوجود قبل حوالي ١٣ مليار سنة بانفجار هائل منطلق من هذه النقطة لم نزل نعيش استمراريته حتى اليوم بالشكل الذي وصفناه عن التمدد الكوني .

كان كل هذا حتى عام ١٩٦٥ لم يزل نظرية . كانت جميع التفاصيل تتناسب مع بعضها البعض وتشكل مجتمعة صورة محكمة موحدة . أصبح من الممكن لاحقاً اعتماد التنبؤ الناتج عن معادلات أينشتاين القائل بأن الكون إما أن يتحطم مجتمعة أو يتمدد ، كدعامة متينة لصحة النظرية حول «الانفجار الكوني

الأول» (أو «بيغ بانغ» كما سُمي العلماء متكلمو الانكليزية هذا الحدث الدرامي الكبير) . رغم ذلك تابع العلماء بجدد البحث عن برهان مباشر .

يستطيع المرء أن يتخيل الكثير . لكن ما هو مترابط ومتسلسل ليس هو بالضرورة الموجود والصحيح . إننا نذكر هذا على هامش الحديث لأن كثيراً من الناس الذين ينشغلون بدافع الهواية بالتأملات الفلسفية الطبيعية لا ينتهيون الى هذه النقطة . انهم لا يفهمون غالباً لماذا لا نجد نظرياتهم وعباراتهم الفكرية صدى لدى «المحترفين» من العلماء .

إن تفسير هذا هو بمنتهى البساطة . انه لا يعود ، كما تظن الأغلبية ، الى أن العلماء متكبرون شاغور الأنوف بحيث أنهم لا يعترفون بعمل قام به لا ينتمي ، بل يعود حصراً الى أن كل عالم يعرف من تجربته الذاتية المرية كم هو عديم الجدوى وضع النظريات وإشادة العبارات الفكرية المترابطة منطقياً مع بعضها البعض والحالية من التناقض .

في بعض الحالات يكون محزناً أن نعرف كم يصرف الناس من الوقت والجهد لوضع «نظريات» عن أسرار الحياة ونشوء المادة أو ما شابه ذلك من المسائل . من البديهي ان النظرية يجب أن تكون خالية من التناقض ومقتعة . لكن لكي تعطي حتى ولو أدنى قدر من القيمة يجب أن تكون هناك ولو واقعة واحدة أو حدثاً واحداً مؤكداً ملموساً من العالم المحيط بنا تستطيع الارتكاز عليه أو أن نستطيع اشتقاق مقولة منها يمكن إثباتها تجريبياً .

لهذا السبب كان العلماء رغم الانحراف الأحمر ورغم معادلات أينشتاين غير راضين . صحيح أن جميع المؤشرات كانت تؤيد ان عالمنا قد نشأ بانفجار هائل من العدم لكن من كان يستطيع أن يهزم بصورة مطلقة أن الانحراف الأحمر للضبابات الحلزونية يستند على المبدأ المزدوج وليس على سبب آخر لم يتوضح بعد ؟ لربما كان أينشتاين مصيباً عندما أضاف «الحلقة الكونية» الى معادلاته ؟ إن ما نحتاجه هو البرهان !

إذا أراد أحد أن يحدد شيئاً ما عليه أن يعرف أولاً وقبل كل شيء أين سيبحث . كيف يمكن أن تكون صورة البرهان على حقيقة «البيغ بانغ» الذي حصل قبل ١٣ مليار سنة ؟ أحد الفيزيائيين الذين شغلوا رؤوسهم طويلاً بهذه المسألة هو روبرت ديك من برينستون . حاول ديك أن يحسب الشروط التي كانت يجب أن تكون سائدة في الثواني الاولى لوجود الكون ثم حاول بعدئذ اشتقاق أية ظواهر ناتجة عن ذلك يمكن التحقق منها اليوم .

توصل ديك من حساباته الى الاستنتاج بأنه يجب أن يكون قد بقي من البرق المرافق للانفجار الأول حتى اليوم اشعاع مقداره ٣ درجات كيلفن . وهذا يعادل فقط ٣ درجات فوق نقطة الصفر المطلق المساوية ناقص ٢٧٣,١٥ درجة سيليزيوس . «٣ درجات فوق العدم» . بغض النظر عن درجة الحرارة يجب أن تكون الأشعة بسبب خصوصية نشوئها إزوتروپ أي انها ، بكلمات اخرى ، يجب أن تكون موزعة ومتشيرة في جميع أنحاء الكون الحالي بصورة متساوية تماماً وأن تبدل للمراقب على أنها تأتي من جميع الاتجاهات في نفس الوقت .

نستطيع من هذه النقطة أن نفهم كيف توصل ديك الى هذه المقولة الثانية . علينا أولاً أن لا نقع في الخطأ ونظن أنه يوجد اليوم في مكان ما في الكون نقطة انطلق منها وتضخم حتى وصل الى حجمه الحالي . مهما كان ومهما بقي هذا بالنسبة لنا نحن البشر غير قابل للتصور علينا ان لا ننسى أن الكون نفسه لم يكن آنذاك سوى نقطة تمددت وتوسعت . لذلك ، استخلص ديك ، يجب أن تكون الأشعة المتبقية من الانفجار الأول منتشرة ومتوزعة اليوم في كامل الكون بصورة متساوية .

يجب أن يعني هذا في الحالة الملموسة أن الأجهزة ستشير الى أن قوة الأشعة متساوية من جميع الاتجاهات . يجب أن يكون الأمر كذلك أيضاً في كل نقطة من نقاط الكون : لهذا السبب أضاف ديك قائلاً : لا يمكن أن يوجد بالنسبة لهذه الأشعة البدئية في كامل الكون أية نقطة لها ميزة على النقاط الأخرى . من الناحية النظرية كان هذا الاستنتاج صحيحاً تماماً لكن نغمته لم تكن أكاديمية لانه ، كما بدا آنذاك ، أمر لا يمكن البرهنة عليه أبداً .

يتعلق الأمر الذي يجب البحث عنه اذن بأشعة شدتها ٣ درجات كيلفن وموزعة ايزوتروياً بالشكل الذي وصفناه . كانت الصعوبات الفنية ضخمة . لذلك بدىء في برينستون فوراً ببناء هوائيات خاصة . بينما كان العمل على قدم وساق سمع ديك بالصدفة بالتشويش الغريب الذي شوش اذهان فريق بيل تلفون . بقية القصة تعرفها . لقد اكتشف بينزياس وويلسون بدون قصد وبدون معرفة الأشعة التي كان ديك يبحث عنها .

إن هذه الصدفة مهما بدت كبيرة ليست كذلك لأنها لا تكمن في أن فريق بيل تلفون قد التقطت الأشعة المتبقية من الانفجار الكوني الأول وإنما في ان ديك سمع بذلك واستطاع اخبار الاثنين عن السر . علاوة على ذلك فإن البرهان على وجود هذه الأشعة ليس عسيراً . اصبحنا نعرف اليوم انها هي التي تسبب جزءاً من «التشويش» أو «التناثر الثلجي» الذي نراه على شاشات اجهزتنا التلفزيونية عندما تبقى مفتوحة بعد انتهاء البرنامج أي عندما تعمل على «الفارغ» . بهذه الصيغة لم يزل اذن صدى نشوء العالم حتى اليوم يدخل الى منازلنا .

علاوة على ذلك تمكن فيزيائيو الفضاء في السنين الماضية من البرهنة فعلياً على التوزيع الإيزوتروبي المتساوي لهذه الأشعة بقياسها في أماكن مختلفة من الكون مؤكدين بذلك مقولة ديك الأخيرة التي كانت تبدو أكاديمية ونظرية . لقد نجحوا في كشف جزئيات الزيان في ضبابات غازية تبعد مئات السنين الضوئية ومن دراسة حالتها الفيزيائية بتحليلها طيفياً بمساعدة الأشعة الضوئية التي تتقاطع معها قادمة من نجوم تقع خلفها . لقد أجريت هذه التجربة مع ما لا يقل عن ثمانية ضبابات غازية كونية مختلفة ومتباعدة . وجد الباحثون في جميع الحالات بلا استثناء ان الجزئيات المحللة هي في حالة من التهييج تتطابق تماماً مع تأثير الأشعة ذات الدرجة من الحرارة البالغة بالضبط ٣ درجات كيلفن .

لذلك اصبحنا نعرف منذ عام ١٩٦٥ ان لعلنا بداية وإن عمره يبلغ على الأرجح حوالي ١٣ مليار سنة . بناء على كل ما نعرفه اليوم نشأ الكون آنذاك بانفجار كان هائلاً إلى درجة أن العلماء لم يزالوا حتى اليوم يستطيعون «ساع» صده . ماهي اسباب هذا الانفجار وماذا كان قبله ؟

يعتقد بعض العلماء ان التوسع الحالي للكون أخذ في «الانكباح» . هناك كثير من المؤشرات التي تؤيد إمكانية تباطؤ التمدد كنتيجة للتجاذب المتبادل بين جميع الكتل التي يحتويها الكون . مهما كانت هذه الجاذبية في هذه المسافات الهائلة صغيرة فلا بد أن تأثيرها سيصبح فعالاً على مدى الأزمان الطويلة . يحاول العلماء اليوم بواسطة تلسكوبات الراديو الكبيرة النظر إلى الماضي ليتبينوا عما إذا كانت سرعة هروب الضبابات في المليارات الأولى من سني تشكل الكون ربما اكبر مما هي عليه اليوم . اثبات ذلك سيهيئ البرهنة على «انكباح» التمدد . ان بحث هذه المسألة أسهل وأقل غموضاً مما يعتقد للوهلة الأولى . هناك نرى الضبابات والكوازارات بالمواصفات التي كانت عليها قبل ملياريين اوست مليارات أو أكثر من السنين ، آنذاك عندما انطلق منها الضوء الذي نستقبله نحن الآن . يتم بهذا النوع من البحوث بصورة خاصة الباحث مارتين رايل ومعاونوه في بريطانيا . لم يزل ما وجدوه غير مؤكد وترتبط نتائجهم جداً بإمكانية التحديد الدقيق لبعد الضبابات الأمر الذي لم يزل اليوم صعباً جداً على الأخص فيما يتعلق بالاجسام ذات البعد الأقصى .

عندما ينكبح التمدد سيأتي يوم خلال مليارات السنين تصل فيه حركة الهروب إلى التوقف ثم تنقلب بعدئذ في الاتجاه المعاكس . منذئذ ستبدأ تحت تأثير الجاذبية وحدها جميع كتل الكون بكامله بالتحرك نحو بعضها البعض بسرعة متزايدة . بذلك تتبع التمدد حالة من الانكماش الكوني . في هذه المرحلة سوف لن يشاهد الفلكيون عند تحليلهم للحقل الطيفي للمجرات البعيدة جداً انحرافاً أحمر وإنما سيلاحظون انحرافاً باتجاه الموجات الأقصر أي «انحرافاً أزرق» في الحقل الطيفي . خلال عملية الانكماش سوف تزداد باستمرار سرعة الكتل المتدفعة باتجاه بعضها البعض . وأخيراً سترتطم كل هذه المجرات التي لا حصر لعددها والتي تتألف كل واحدة منها من مائة مليار أو أكثر من الشموس التي تحتوي كل واحدة منها على ملايين وملايين الكائنات الحية بأشكال حياتية لا حصر لعددها ، سترتطم جميعها مع بعضها البعض وتنصهر مجتمعة في أتون اصطدام هائل . عندئذ سيتحطم الكون بكامله بانفجار هائل لا مثيل له .

لكن هذا الانفجار سيكون ثانية بعد عدة مليارات من السنين بداية جديدة ، عندما تتجمع المادة الكونية المتناثرة بسبب قوة الانفجار وتشكل نجوماً جديدة في سماء جديدة تنشأ عليها الحياة ثانية وتقام الحضارات التي يكتشف فلكيوها الكون من جديد ويفسرونه بطريقة مختلفة تماماً : ليس كإنهار لعالم سبقه وإنما كبداية لكونهم ذاتهم .

قد يكون الأمر فعلاً كذلك ؟ هل كان يوجد قبل «البيغ بانغ» كون آخر ؟ هل شيدنا كوننا على انقراض ذلك الكون ؟ وهل ستشكل انقراض عالمنا في المستقبل البعيد مادة أولية لكون جديد لم يوجد بعد ؟ يعتبر العلماء هذا «النموذج النفي للكون» مقبلاً . ويقدرن مدة النبضة الواحدة بحوالي ٨٠ مليار عاماً . هذا الزمن سيكون اذن الفترة الفاصلة بين انفجارين كونيين متتاليين أي انه يشكل عمر كون واحد وحيد . ليس هناك من سبب يمنعنا عن الاعتقاد لماذا يجب ان لا تستمر الأمور هكذا دائماً ، لماذا لا يمدُّ كون يده بهذه الطريقة إلى كون آخر في سلسلة لا متناهية تمتد حتى نهاية الزمن . قد يكون الأمر

كذلك .

بذلك يكون سؤالنا عن البداية قد أجّل ولم يلق جواباً . اذا كان قد وجد قبل عالمنا عالم آخر يفصلنا عنه حاجز لا يمكن تجاوزه هو الانفجار الكوني وقبل هذا العالم وجد عالم آخر وهكذا ، عندئذ يبدو أن سلسلة الاسباب بانغاه البداية تضيق في اللانهاية . ربما تكون البداية ، من هذا المنظار ، لم توجد ابداً . صحيح أننا بعد كل ما عاجلناه في هذا الفصل قد اصبحنا حزينين ومتشككين من مفهوم «اللانهاية» ، لكن ما من أحد يستطيع ان يقول لنا كيف تسير الأمور عندما نحاول العودة بسلسلة الاسباب حتى البداية الأولى للكون الأول . هنا تضيع استلثنا نهائياً في المجهول .

غير ان لسألة البداية بالنسبة لكل منا معنى آخر مختلفاً تماماً . اننا لا نريد ان نعرف متى وكيف نشأ العالم وحسب بل نريد ان نعرف ايضاً لماذا نشأ . لماذا يوجد على الاطلاق شيء ما ؟ أو بتعبير آخر : لماذا لا يوجد لا شيء ؟

اذا ما وجهنا مثل هذ السؤال إلى أحد علماء الطبيعة سيعطي الرد المقتضب : انه لا جواب له . اذا ما تابعنا الاحلاج قد يصبح الرجل فظاً . بعدئذ سيتعلق الجواب بمدى انفعاله : سرفض سؤالنا على انه «هراء» او سيسخر منا او سيمنع متابعة طرح مثل هذه الاسئلة الأمية . يتعلق هذا الموقف بمرض مهني يعاني منه معظم علماء جيلنا يعود في اسبابه إلى قرون طويلة من الصراع المرير مع اللاهوتيين والفلاسفة . عندما يتحدث المرء مع علماء الطبيعة حول مثل هذه المسائل عليه أن يضع في حسابه تاريخ التطور الذي خلفته وراءها علوم الطبيعة . لم يكن جيوردانو برونو وغاليلي الوحيدين وانما أشهر العلماء الذين وضعتهم بحوثهم أمام خطر الموت . الأخطر من ذلك لم يزل حتى اليوم ، لا بالنسبة للعلماء شخصياً وانما بالنسبة لتطور علمهم ، وهو الميل القائم لدى الكثيرين من الناس نحو الاستسلام واللجوء إلى حلول ظاهرية سهلة ميتافيزيقية أو «فوق طبيعية» فور اصطدامهم عند مناقشة مسائل علوم الطبيعة بأية مصاعب ذهنية كبيرة .

بقي الكيميائيون قرونًا طويلة مقتنعين ، دون ان يفتبروا ولو تأملياً صحة هذه القناعة ، ان المركبات العضوية (على عكس الاملاح والحموض والمعادن الخ...) تحتاج في نشوئها إلى «قوة حيائية» غامضة لا يمكن تحديدها علمياً لها فاعلية فقط في العضوية الحية ، حتى جاء فريدريش فوهلر في عام ١٨٢٨ وحضر في مخبره مادة البولة كأول مركب عضوي صناعي .

يوجد اعداد كبيرة من الامثلة . سواء فكرنا بالفراشة الهندية التي تحدثنا عنها في مقدمة هذا الكتاب أو عاجلنا مسألة نشوء الحياة على الأرض وكيفاً قمنا بذلك - في كل هذه المسائل وما شابهها نتعرض دائماً إلى غواية التخلي عن متابعة التفكير المضي وعن ضرورة متابعة البحث الشاق بصبر وجلد والهروب بطريقة في غاية السهولة إلى القول بأنه «لا يوجد تفسير علمي» لثل هذه المسائل راضين بتفسير فوق طبيعي .

بما أن علماء الطبيعة هم بشر ايضاً فإنهم لم يكونوا أبداً في أي وقت من الأوقات في مأمن من هذا الانزلاق . هم ايضاً معرضون دائماً الى هذا الخطر . لكنهم يلاحظون بعدئذ مع مرور الزمن أنهم يحققون اكتشافاتهم العظيمة في العادة عندما لا يقعون تنازلات ، عندما لا يستسلمون مبكراً ، عندما ، على

العكس تماماً ، يتابعون البحث عن السبب بجهد وصمود في وقت تبدو «الأعجوبة» على أنها الجواب الوحيد . فقط هكذا نستطيع فهم اصرارهم عبر الاجيال المتعاقبة على ممارسة الانضباط الذي يترتبون خلاله على النظر بارتياح الى «العجائب» وعلى رفض كل تفسير «فوق طبيعي» . لقد خلقوا وراءهم كثيراً من التجارب القاسية والمريبة . لذلك يعتبر من جوهر الطريقة العلمية الموقف المحق تماماً والقاتل : «تصرف هكذا وكأنه لا يوجد سوى المعايير الموضوعية وحاول أن تجد الى أي مدى تستطيع الوصول بذلك» . منذ بدأ العلماء التمسك بهذا الموقف الذي يبدو من الناحية المبدئية بسيطاً (لكنه غريباً عن الطبيعة الانسانية في البيت) تمكنوا من التقدم خطوات مذهلة أبعد بكثير مما كانوا هم أنفسهم يتجراون على الأمل بتحقيقه .

لكن هذا الموقف أدى ببعض العلماء إلى «الموس الوظيفي» الى مرض الاحتراف حيث ان رد فعلهم يكون رافضاً وساخرأ عندما تواجههم مسائل تتعلق بمشاكل خارج مجال الاشياء القابلة للقياس لأهم يومون أنفسهم أن هذه المجالات غير موجودة في الواقع على الإطلاق .

إنه صحيح صحة مطلقة ان الأفكار الميتافيزيقية ليس لها ما تبحث عنه في بحوث العلوم الطبيعية . ويعتبر كل عالم طبيعة يخالف هذه القاعدة على أنه مجرد دجال . لكن العلوم الطبيعية لم تمتط بعد كل مجالات الواقع . على كل حال كان أينشتاين نفسه هو الذين تبني هذا الرأي وأدخله كقاعدة من قواعد البحث .

لذلك تبقى لكل شخص الحرية التامة ان يكون لنفسه الأفكار التي يراها مناسبة حول السؤال : لماذا العالم موجود ولماذا لا يوجد لا شيء ؟ . العلوم الطبيعية لا تستطيع إعطاء جواب على هذا السؤال . وعندما يقوم شخص ما باستخلاص سبب لوجود العالم الذي هو حقيقة مؤكدة لا جدال فيها فإن افتراضه هذا لن يناقض معارفنا العلمية في أية نقطة من النقاط . ليس لدى أي عالم أدنى حجة أو أية واقعة يستطيع بها نقض مثل هذه الفرضية ، حتى يعدل عندما يتعلق الأمر بسبب يجب البحث عنه خارج - طبعاً لا مناص عن ذلك - عالمنا الثلاثي الأبعاد .

من المؤكد ، بغض النظر عن الأسباب ، ان هذا العالم موجود . إنه موجود منذ أمد طويل بحيث نشأت على الأرض ، كما ويدون شك على أجرام سماوية أخرى لا حصر لها ، الحياة والوعي وأخيراً الحضارة . بلغت هذه الحضارة بالضبط في عصرنا درجة تمكننا من ادراك عملية التطور الجارية منذ مليارات السنين . بعد عصور طويلة من اللاوعي كنا نحن ، في كل الأحوال على هذا الكوكب ، الكائنات الحية الأولى التي اكتشفت ذاتها كنتائج أخير مؤقت لهذا التاريخ المديد . إننا أول بشر توفرت لهم الامكانية لإعادة تصميم الكون على الأقل بخطوطه العريضة والعودة به إلى الوراء حتى بداياته الأولى متعريفين بذلك على الشروط التي يعود إليها فضل نشوئنا ونشوء المحيط الذي نعيش فيه .

بذلك نجد أماناً طريفاً مفتوحاً جليداً تماماً للتعرف على ذاتنا . لقد حاولنا حتى الآن التعرف على جوهر الانسان فقط من خلال مجرى «التاريخ» أو من خلال مجرى «التاريخ الكوني» . لم يكن يوجد أي

مصدر آخر . يبين لنا الآن تاريخ الطبيعة في مسيرتها الطويلة منذ الانفجار الأول حتى وُثِنَا كم هي صغيرة القطعة التي حاولنا التوصل منها الى كل ما ذكرناه .

ليس التاريخ قصة تتابع الممالك والمعارك والحضارات وحسب . إن التاريخ الفعلي يتجاوز ذلك بكثير . إنه يبدأ مع البيغ بانغ ، مع نشوء الهيدروجين والأجرام السماوية الاولى ويمتد من هناك بدون أية فواصل ويتسلسل صحيح عبر تشكل الكواكب مع أغلفتها الجوية حتى نشوء الحياة والأدمغة وأخيراً حتى ظهور الوعي والذكاء ونشوء التاريخ بمعناه التقليدي ونشوء العلم . لم تزل هناك مهمة مستقبلية للمؤرخين لم يتعرفوا عليها بعد وهي توسيع مجال بحثهم ليشمل مجرى التاريخ بهذا المفهوم العلمي - الطبيعي ومحاولة اشتقاق قوانين التطور «التاريخية» الأساسية من التاريخ الفعلي للعالم .

لأن هذا «التاريخ الطبيعي» ، كما أحب أن أسميه ، الشامل يحتوي جلوه وجودنا وبالتالي المفاتيح التي تؤدي الى فهمه . إن هذا ، الذي حصل آنذاك قبل زمن طويل عندما لم تكن توجد أفكار وقبل كل شيء لم تكن توجد أفكار انسانية ، هو الذي وضع الأساس والإطار لكل ما توجب أن ينتج لاحقاً عن هذا البدء . إن ما حصل آنذاك يشكل الصيغة التي صكَّنا وصكَّت الوسط الذي نشأنا منه وفيه . إننا لم نوضع في هذا العالم جاهزين دفعة واحدة كما كان يعتقد لقرون عديدة بل إن هذا العالم أنتجنا خلال مسيرة نشوئه كنتائج من نواتجه .

لهذا السبب حسنا ووضعنا الشروط الجوهرية والأساسية لوجودنا في بدء الكون . عندما بدأت البروتونات والالكترونات خلال الدقائق الاولى من البدء تتحد مع بعضها في الغيمة الناتجة عن الانفجار لتشكل ذرات الهيدروجين ، ذي القدرة العجيبة على التطور كقادة بدئية اولى لكل ما هو قادم ، كان واضحاً أن الثبات والاستمرار الأبدى ليسا من خصائص هذا العالم . إن خصائص الصبرورة المستمرة التي يتصف بها هذا الكون التمدد بصورة انفجارية يجب أن تنسحب بالضرورة على كل ما أنتجه هذا الكون المولود .

إن العالم الذي هو متناه ومتغير باستمرار لا يمكن أن يحتوي ما هو لا متناه وأبدى .

٢. مكان تحت الشمس

لأنعرف بالضبط كيف نشأت كرتنا الأرضية . سيفاجئنا هذا القول الكثير من الناس وهم بالتأكد محقون في ذلك ، لأن العلم الذي توسع إلى درجة أصبح معها قادرا على تتبع نشوء الكون حتى بداياته الأولى يجب ان يكون قد عرف اكثر عن الكوكب الذي يجلس عليه . رغم ذلك لم يزل الغموض يكتنف بداية نشوء الأرض ونشوء المجموعة الشمسية بكاملها .

قد يبدو كلامنا متناقضا اذا قلنا ان مصاعب دراسة نشوء الكوكب الذي نجلس عليه تعود الى اننا نجلس عليه وان بقية الكواكب التابعة لشمسنا تعتبر قريبة نسبيا وهي لذلك في مرمى اجهزتنا . لهذه الاسباب اصبحنا نعرفها جيدا بكل ما لها من مواصفات مختلفة . لكن جميع هذه المواصفات يجب ان تراعى وتفسر من قبل النظرية التي نتحدث عن نشوء هذه الاجرام السماوية . نستطيع في البداية ان نتوقع ان الكم الكبير من التفاصيل والارقام التي نعرفها عن هذه الاجرام القريبة متعني كما كبيرا من المؤشرات التي تدلنا على الطريقة التي نشأت فيها .

لكن الامر ليس كذلك ، لأن نظامنا الكوكبي هو النظام الوحيد الذي نعرفه . من المعروف ان الكواكب ليست مضبوطة بذاتها بل انها تعكس ضوء الشمس الساقط عليها . علاوة على ذلك فإن اكبرها اصغر عشر مرات على الأقل من اصغر نجم ثابت مضيء كالشمس مثلا . لهذه الاسباب لم تصبح ممكنة حتى اليوم مراقبة اية منظومة كوكبية تابعة لنجم آخر حتى ولا بأكثر اجهزة المراقبة حساسية . إذا أردنا ان نكون دقيقين يتوجب علينا تحت هذه الظروف ان نعلن اننا لم نتمكن حتى اليوم من الحصول على براهين مباشرة تؤيد أو تؤكد وجود نجوم أخرى تدور حولها ، كشمسنا ، كواكب غير ملتهبة .

من الناحية المبدأية قد يكون ممكنا ان منظومتنا الكوكبية ليست المنظومة الكوكبية الوحيدة التي نعرفها وحسب بل المنظومة الكوكبية الوحيدة الموجودة في الكون على الاطلاق . لكن للعلماء انطباع مجرب

وحقق يجعلهم يعرفون احتمال «الحالة المنفردة» لأية ظاهرة يشاهدونها أهمية جد ضئيلة . بكلمات أخرى : ان احتمال ان يكون لشمسنا من بين مليارات النجوم الأخرى في مجرتنا وحدها - بغض النظر عن العدد الهائل من المجرات الأخرى - هذه المكنة المتميزة يعتبر غير محتمل .

بناء على هذا الموقف لا يستطيع العلماء على ضوء الكم الهائل من المعلومات التي يعرفونها عن كواكب شمسنا ان يعطوا أية «معلومات احصائية» . انهم ، بكلمات أخرى ، لا يعرفون ابدا عما اذا كان اي رقم أو أية واقعة أخرى يتأكون منها في منظومتنا الشمسية «نموذجية لمنظومة كوكبية» أو أنها تنطبق فقط على حالة حصلت بمجرد الصدفة في نظامنا الشمسي . في الحالة الأولى ستكون الخاصية المعنية حجر موزايك مفيداً في نظرية النشوء . اما في الحالة الثانية فيجب ان نحل من ادخالها في النظرية لأنها موجودة «بالصدفة» وهي لا ترتبط بالضرورة بالقوانين التي ادت الى نشوء المنظومة .

لان الأمر كذلك فإن الكمية الهائلة من المعلومات والظواهر تسبب للفلكيين ارباكاً أكثر مما تساعدهم على التوجه ، عندما تدور المسألة حول كيفية نشوء الأرض وجميع الكواكب الأخرى . اننا نعرف عن المجرة بهذا الصدد نسبياً أكثر بكثير على الرغم من انها أكبر بدرجة لا يمكن تصورها ومعلوماتنا التفصيلية عنها أقل بمقدار كبير . لذلك قام الفلكيون بتصوير الآلاف المؤلفة من هذه المجرات وقاموا بدراساتها وتحليلها بمختلف الطرق . هذه الدراسات تعطيهم الامكانية لتصنيف المجرات في مجموعات ومقارنة خصائصها والحصول اخيراً على صورة موثوقة عن منظر المجرة «النموذجية» وعن القوانين التي تخضع لها خصائصها .

لنضع أولاً امام اعيننا بعض الوقائع التي يجب ان نُعلّل عندما نريد أن نفتح نظرية حول نشوء المجموعة الشمسية وبالتالي كرتنا الأرضية . اهم هذه الوقائع بدون شك هو كون جميع الكواكب المعروفة ، من ميركور (عطارد) حتى بلوتو ، تدور حول الشمس في نفس الاتجاه مشكلة دوائر في الفضاء تقع جميعها في نفس المستوي . كان من الممكن نظرياً حسب جميع قوانين الميكانيك الفضائي التي نعرفها اليوم ان تدور الكواكب حول الشمس على مستويات مختلفة وفي اتجاهات مختلفة . بما انها لا تفعل ذلك وما ان المستوى المشترك لمداراتها جميعها يتطابق تقريباً مع خط استواء الشمس فمن الصعب اعتبار كل هذا مجرد صدفة .

إن هذه الحالة ، هذا ما يفتق عليه جميع العلماء ، لا يمكن تفسيرها إلا بافتراض ان الشمس ذاتها بدورها حول نفسها قد ساهمت الى درجة كبيرة في نشوء المنظومة الكوكبية التي تدور حولها . لكن عند هذه النقطة نبدأ فوراً بالمصاعب . ستبدو في هذا المنحى الفكري الفرضية الأقرب إلى التوقع هي أن الشمس والكواكب نشأت من خلال نفس العملية التطورية من غيمة واحدة عملاقة مكونة من الغاز والغبار الكوني تجمعت وتكثفت شيئاً فشيئاً بتأثير وزنها الذاتي . بما ان الغيمة المتصاعدة داخلها بهذه الطريقة تكتسب بالضرورة حركة دورانية متسارعة باستمرار - لنفس الاسباب كالراقصة على الجليد التي تجذب ذراعها الى جسمها عندما تدور كالغزل حول ذاتها - تنشأ عنها قوى نابذة قوية متناسبة معها مستشكل ببطء ولكن بالتأكيد من هذه الكتلة التي تدور حول نفسها دائماً أسرع وأسرع قرصاً يدور حول

نفسه أيضاً .

ما من شيء يبدو أسهل على الفهم من مجرى التطور اللاحق : بسبب هذه القوى النابذة ذاتها تنفصل من الاطراف الخارجية للقرص العملاق شيئاً فشيئاً مادة غازية الشكل . تتابع الاجزاء المنفصلة بعد الانفصال تحركها في نفس الاتجاه وفي نفس المستوى . اي انها ، بكلمات أخرى ، تبدأ الدوران بالطريقة الموصوفة .

من خلال ذلك تتجمع اجزاء كل منها حول مركز ثقله الذاتي مشكلة نواة الكواكب اللاحقة بينما تتشكل من الكتلة الرئيسية للقرص أخيراً الشمس .

مهما بدا هذا العرض جيلاً ومقنعاً فإنه يجب ان يكون خاطئاً ، لأنه يوجد للأسف بين الملاحظات الكثيرة التي نعرفها عن منظومتنا الشمسية بعض الخصائص التي لا تتسجم بتاتاً مع هذه النظرية . اهم هذه الخصائص هو ما يسمى «تناقض الاندفاع الدوراني» . يعني الفلكيون بذلك الواقعة التي يصعب تفسيرها حسب ميكانيك الفضاء تفسيراً مرضياً وهي ان الشمس تشكل حقاً ٩٩,٩ بالمائة من اجمالي كتلة المجموعة الشمسية بكاملها لكنها تحتوي فقط على أقل من ٢ بالمائة من اندفاعها الدوراني .

دعونا نمنح النظر بما يعنيه هذا الكلام لكي نفهم لماذا تكتسب هذه الحجة كل هذا الوزن ضد نظرية النشوء التي شرحناها لتونا والتي تبدو مقنعة الى حد بعيد . ان المسألة في غاية البساطة . عندما تفصل بتأثير القوى النابذة عن قرص يدور شظايا كلية فإن سرعة دوران القرص المركزي ستكون ، حسب قوانين الميكانيك وتأثيرات الفعالية المغزلية التي ذكرناها سابقاً ، أكبر من سرعة دوران الشظايا المنفصلة . لقد حصلت هذه الشظايا عند انفصالها على السرعة المطابقة لكانها على الطرف الخارجي للقرص ولا يوجد اية قوى تستطيع زيادة سرعتها الدورانية لاحقاً . اما الكتلة الرئيسية للمنظومة ، المركزية والقرصية الشكل ، والتي يجب ان تكون حسب هذه النظرية قد نشأت عنها أخيراً الشمس ، فتتابع تركيزها بعد انفصال نوى الكواكب المفردة ، الأمر الذي يجب ان يؤدي الى متابعة زيادتها لسرعتها الدورانية . لذلك يجب ان تكون في النهاية سرعة دوران الجسم المركزي ، أي الشمس ، أكبر من سرعة دوران جميع الكواكب على مساراتها المختلفة .

غير ان الحال لدى المجموعة الشمسية هو للأسف عكس ذلك . نقول «للأسف» لأن هذه النظرية السهلة والمقنعة التي ترجع عملية النشوء الجماعية الى غيمة بدئية واحدة بدون اي مؤثر خارجي تكون بذلك قد سقطت . لكي يكون التفسير صحيحاً يجب ، بناء على حسابات فلكية دقيقة ، ان تدور الشمس بسرعة اكبر مائتي مرة على الأقل من السرعة التي تدور فيها فعلاً .

كيف نشأت إذن المنظومة الشمسية؟ يوجد اليوم اكثر من ٣٠ (ثلاثين) نظرية مختلفة تحاول جميعها الاجابة على هذا السؤال . ان العدد وحده يعبر بوضوح عن حالة الضياع . يعود السبب في تضخم العدد الى ان كل نظرية تحاول تفسير خاصية معينة من خصائص المنظومة غير أن ما ينتج في النهاية يناقض خاصية ما من الخصائص الأخرى . بغية تفسير هذا التناقض تنشأ نظرية جديدة وهكذا . لكن ما من واحدة من هذه المحاولات العديدة تمكنت حتى الآن من تقديم تفسير مقنع لكامل المسألة .

ورغم ذلك نود ان نعرض هنا باختصار اثنتين من هذه النظريات . الأولى منها سنعرضها لأنها أثارت في حينها نقاشا حاميا خارج الدوائر المختصة ايضا ولأنها لم تزل تعتبر حتى اليوم في بعض الدوائر على انها صحيحة . ان تكون هذه النظرية في الواقع قد نَقِضَتْ ايضا منذ زمن طويل يبدو لي مهما قبل كل شيء لأنها ترتبط بصورة غير مباشرة بالسؤال عما اذا كانت الحياة قد نشأت في مناطق أخرى من الكون ايضا . ان النظرية المعنية هنا هي تلك التي طورها الفلكي الانكليزي المعروف جيمس جينز والتي تسمى «نظرية الكارثة» .

كان اهتمام جينز يتركز قبل كل شيء على تفسير «المقدار الفائض» في الاندفاع الدوراني للكواكب . بما ان هذا ، كما سبق ورأينا ، لم يكن قابلا للتفسير من خلال مجرى الاحداث في المنظومة ذاتها ، بدا منطقياً ان يجري البحث عن قوة يمكن ان تكون قد جاءت من الخارج . لم تكن هناك امكانية لايحاد مثل هذه القوة الا في نجم آخر . قادت هذه الحاطرة جينز الى الفكرة القائلة أنها ربما تكون قبل مليارات السنين قد اقتربت شمس غريبة بالصدفة ، اثناء طيراتها عبر الفضاء الكوني ، من شمسنا لدرجة ان قوة الجاذبية المتبادلة لكلا النجمين قد سلخت عن جسيهما كتلا ملتصقة . اندفعت هذه الكتل جميعها بسبب دفع التلاقي في نفس الاتجاه على مسارات حول الشمس ثم بردت وتكثفت لتصبح لاحقا الكواكب الحالية .

لقد حلت ، كما نرى ، «فرضية التلاقي» التي وضعها جينز مشكلة تناقض الاندفاع الدوراني بطريقة جد أنيقة . يكون هنا ببساطة الاندفاع الناتج عن العبور السريع للنجم الغريب والمتقل بسبب قواه الجاذبة الى السطاي هو الذي يمنح الكتل الغازية المتمزقة عن الشمس ، والتي تصبح لاحقا كواكب ، هذا الدفع الاضافي . تَعْلَلُ هذه النظرية جيداً ايضا توافق اتجاه دوران جميع الكواكب حول الشمس . وينطبق نفس القول على كون مسارات جميع الكواكب تقع في نفس المستوي . كما أن حتى حقيقة كون محور دوران الشمس ينحرف بمقدار ست درجات تقريبا عن مستوي مسارات الكواكب يمكن فهمه على ضوء هذه النظرية أفضل مما لو لم تكن هناك قوة مؤثرة من الخارج . مهما كان هذا الانحراف الشمسي ضئيلا فإنه لايجوز ان يكون موجودا لو كانت الكتل التي تشكلت منها لاحقا الكواكب قد انفصلت ببساطة عن جسم الشمس بسبب القوى النابذة .

لذلك لاستغرب ان تلقى فرضية هذا الانكليزي منذ ثلاثينات هذا القرن قدرا كبيرا من الاحترام . دارت في نفس الوقت مناقشات حامية حول النتيجة التي يبدو أنها تترتب حتماً على هذه النظرية . اذا كان جينز مصيباً - والجميع كانوا يعتقدون آنذاك ان نظريته مرجحة الاحتمال - فإن الحياة لن تكون موجودة على الأرجح في كامل الكون إلا في مجموعتنا الشمسية ، لأن النجوم موزعة في الفضاء الكوني على مسافات هائلة البعد عن بعضها البعض بحيث يكون مثل هذا «الشبه تصادم» الكوني حالة حدية نادرة الحصول . لقد أشارت حسابات الفلكيين إلى ان هذا النجم الغريب ، يجب ان يكون قد اقترب من شمسنا لدرجة أنه كاد أن يلامسها ، لكي يستطيع أن يحرق عنها مادة كافية الى مسافة كافية . بناء على المسافات الهائلة بين النجوم يمكن ان تكون مثل هذه «المقابلة المتلامسة» قد حصلت في كامل

مجرتنا مع المائتي مليار نجم الموجودة فيها وخلال كامل حياة الكون وعلى أبعد تقدير بعض المرات القليلة او لربما تلك المرة الواحدة الوحيدة فقط.

إذا كانت المنظومة الكوكبية «النموذجية» لاتقبل التفسير إلا بواسطة حدث كهذا ، عندئذ تكون منظومتنا نتيجة لصدفة غير عميلة بناتاً ، ربما كانت هي الوحيدة في كامل الكون . (نستطيع اليوم ان نضيف انه حتى من هذا المنظور المَعْرُوف في التشاؤم يجب ان يوجد منظومتان كوكبيتان على الأقل : بالاضافة الى منظومتنا منظومة ذلك النجم الذي يجب ان يكون قبل زمن غير معروف قد اقترب من شمسنا الى درجة كاد بلامسها ، لأنه يجب ان يكون قد حصل معه نفس الشيء الذي حصل مع نجمتنا المركزية الشمس . لكن ربما ان الحياة ممكنة فقط على كوكب متاسك مكون من مادة باردة وليس على غيمة غازية لنجم ثابت ملتصبة ذرياً كان جينز بتفسيره ، كما بدا آنذاك ، قد قلم ، دون أن يريد ، البرهان المقنع على وحدانية وجودنا في الكون أو على الأقل في مجرتنا .

لقد اصبحنا نعرف اليوم ان نظرية التلاقي لجينز هي ايضا غير صحيحة . هناك سلسلة كاملة من الاعتراضات ضدها . أهم اعتراضين : لقد اشارت الحسابات الدقيقة للقوى والتأثيرات المتبادلة الناتجة عن الكارثة الكونية المفترضة الى ان منظومتنا الكوكبية كانت ستكون أصغر بكثير لو عاد وجودها الى مرور عابر لنجم غريب ، ولكانت قد وصلت بالكاد الى مسار الكوكب عطارد--بينما في الواقع يتحرك بلوتو ، أبعد الكواكب ، على مدار يبعد عن الشمس مسافة تزيد عن ذلك بمائة مثل .

أما الاعتراض الثاني فلا يقل اهمية عن الأول . ان المدة التي انسلخت عن الشمس يجب ان تكون ساخنة كالشمس . من المعلوم ان حرارة الشمس متوافرة تبعاً للعمق الذي «تقاس» فيه . تبلغ درجة الحرارة في الوسط ، أي في مركز النار الذرية المتأججة رقماً لايمكن تصوره وهو ١٥ مليار درجة . أما على السطح الخارجي للشمس فتبلغ «فقط» ٥٠٠٠ الى ٦٠٠٠ درجة . لكن ربما ان درجة الحرارة تبدأ مباشرة تحت السطح بالارتفاع بسرعة كبيرة ، يجب أن تبلغ درجة حرارة المادة الغازية ، التي انسلخت عن الشمس بتأثير قوى جاذبية خارجية ، ١٠٠٠٠٠٠ درجة على الأقل .

لكن الغيمة الغازية الساخنة الى هذا الحد ستكون غير قادرة على البقاء متسكة في الفضاء الكوني الحر . لن تكون لها اذن فرصة لتتجمع متحولة الى كوكب ، بل لكانت قبل ان تبرد بما فيه الكفاية قد انتشرت في جميع الاتجاهات عبر الفراغ . ان جسماً غازياً يجب ان يكون بحجم الشمس لكي يكون مستقرّاً في درجات حرارة عالية كهذه أو أعلى ، لأنه ابتداء من تجمع كهذا لكتل هائلة تصبح الجاذبية قوية بما يكفي لمقاومة ضغط الاشعاع المتدفع نحو الخارج .

لا أمل يرجى اذن من نظرية التلاقي مهما كانت قد حركت الخواطر لفترة عابرة . تحت هذه الظروف يبدأ العلماء اليوم بوضع نظرية جديدة كانت نواتها قد طورت قبل مائتي عام من قبل عمانوئيل كانط وأعطيت اسماً يقود الى بعض الالتباس وهو «فرضية النيازك» . نود هنا ان نعرض هذه النظرية باختصار بالصيغة التي اصبحت عليها اليوم اي مع كل الاضافات والتحويرات الحديثة التي اجريت عليها من قبل كثير من العلماء وفي مقدمتهم الألماني فايس زيكر والروسي شميبي والانكليزي هويل .

تقوم نقطة الانطلاق الحاسمة في هذه النظرية على الافتراض القائل ان الكرة الأرضية شأنها شأن جميع الكواكب الأخرى قد نشأت «باردة» . ان تكون جزيئات الغاز والغبار التي نشأت هذه الكواكب عنها قد تحررت من الشمس أو ان تكون قد بقيت فائضة عند تشكل الشمس أو ان تكون كما يظن الفيزيائي الروسي شميت ، قد جاءت من أحراق الكون والتقطعت فقط من قبل الشمس ، كل هذه الأمور لم تزل غير واضحة . على كل حال كانت الصيغة التي وضعها كانت لهذه النظرية تنطلق ايضاً من ان الشمس والكواكب قد تشكلت على التوازي في نفس الوقت من ضباب بدئي فوضوي مؤلف من الهيدروجين والجزئيات الغبارية .

قبل كل شيء يؤيد التركيب الكيميائي لكرتنا الأرضية أن درجة حرارة سطحها الخارجي لا يمكن ان تكون قد زادت في أي وقت من تاريخ حياتها عن عدة مئات من الدرجات . شكّل الغاز والغبار اذن نواة أرضنا . اما الغاز - بكامله تقريباً هيدروجين - فقد تبخر القسم الأعظم منه متطائراً في الفضاء مما جعل نسبة الغبار المتناسك والمكون من العناصر المختلفة تتزايد عبر الزمن باستمرار . لذلك كانت تلتقي جزيئات الغبار بالصدفة مراراً ومراراً مع بعضها البعض ثم تتجمع . وعندما تشكلت منها بهذه الطريقة بعض القطع الأكبر أضيف تأثير الجاذبية إلى العملية مما أدى إلى تسريعها .

من المرجح ان تكون هذه العملية قد حصلت قبل ٥ - ٦ مليار سنة ، ومن الصعب تقدير المدة التي استغرقتها وان كان مؤكداً انها دامت «عدة ملايين من السنين» . اما المرحلة الأخيرة ، وهي مرحلة تجمع القطع المختلفة حول القطعة الأكبر التي يجب ان تكون قد شكلت نواة الأرض ، فكانت بالمفهوم الفلكي قصيرة اذ استمرت ربما فقط ٨٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ سنة .

حسب رأي الفلكي الامريكي هارولد أوراوي لم نزل جميعنا نستطيع حتى اليوم رؤية آثار هذه المراحل الأخيرة لنشوء الأرض بأعيننا : على القمر . كان أوراوي يدعي قبل زمن طويل من الرحلات القمرية الأولى ان الندوب الموجودة على القمر سببها اصطدام القطع اللدنية الفائضة عند نشوء الأرض . إننا نعرف اليوم ان معظم الندوب القمرية لم تنتج عن انفجارات بركانية ، كما كان يعتقد سابقاً ، وانما هي نتيجة لاصطابات كونية . علاوة على ذلك فقد بينت قياسات أعمار الحجارة القمرية ، التي اصبحت أخيراً ممكنة ، ان عمر الركام المنتشر على سطح القمر هو كعمر الأرض (الامر الذي فاجأ العلماء اذا انهم كانوا يقدرونه اقل من ذلك بعشر مرات) . من الممكن ان يكون أوراوي ، الذي لاقت تخميناته في حينها معارضة شديدة ، مصيباً .

لقد تمكن فايس زيكر بواسطة نظرية اضافية معقدة ان يوضح بطريقة مقبولة كيف يمكن ان يكون اتجاه الدوران الموحد ومستوى المدارات الواحد لجميع الكواكب قد تحققاً بسبب المعاصف الدورانية وتأثيرات الاحتكاك على الرغم من ان تشكل كل منها قد تم مستقلاً عن الأخرى . ثم تمكن هويل مؤخراً من وضع المقدمات لفرضية قد تتمكن في المستقبل من تفسير كيف أن الاندفاع الدوراني «الفائض» للكواكب قد انتقل من الشمس الى المناطق الخارجية بتأثير حقول مغناطيسية هائلة في أثناء المرحلة الغازية المبكرة لمظومتنا .

بصورة عامة نستطيع ان نقول الآن اننا قد نحصل خلال وقت منظور على نموذج ذهني يعطينا تصوراً معقولاً عن كيفية نشوء منظومتنا الشمسية بكوكبيها التسعة قبل حوالي ستة مليارات من السنين. لكن الأمور لم تزل في مرحلة الصيرورة الأمر الذي يجعلنا لانستطيع ان ننفي مسبقاً امكانية حصول مفاجآت. الشيء الوحيد الذي يبدو نهائياً ومؤكداً هو ان جميع التخمينات القديمة القائمة على ان الأرض قد مرت بمرحلة نجمية اي انها كانت ملتهبة في المرحلة الأولى من تشكلها تعتبر بالية تجاوزها الزمن. سنرى لاحقاً ان هذه الحالة هي بالنسبة لوضعنا المريح اليوم أو بقول ادق: بالنسبة لقابلية الأرض للحياة، ذات اهمية حاسمة.

لقد حصلت الأرض بدون شك من بين اخوتها من الكواكب الأخرى على موقع متميز. إنها تحتل افضل مكان في مجموعتنا الشمسية. قد يتوجب علينا أن نعتز بانصاف ان هذا القول قد ينطبق أيضاً على كلاً جاري الأرض، الزهرة والمريخ. صحيح ان الجو السائد على هذين الكوكبين غير مقبول بالنسبة لنا ولا نستطيع بدون تجهيزات واقية مكلفة ان نعيش هناك ولو لفترة قصيرة، لكننا لانستطيع الادعاء ان الحياة عليها غير ممكنة على الاطلاق، علينا فقط ان نضع أمام أعيننا ان معاييرنا الأرضية ليست معايير ملازمة كونياً. ان ما يدور لنا غير محمول يمكن ان يكون بالنسبة لمتعضيات ذات تركيب مختلف مريحاً جداً بل وربما مفضلاً.

غير انه لا بد من القول ان للتخيل في هذه النقطة حدوداً معينة اذا أردنا ان لانضع في تخمينات لانتخض للسيطرة. علينا أولاً ان نحدد هذه الحدود ولو ضمن إطار عريض. قبل كل شيء سيكون بالتأكيد منطقياً ان ننطلق من ان الحياة، مهما كان الشكل الذي هي عليه وحتى لو اختلف تماماً عما اعتدناه أو عما نستطيع تصوره، مرتبطة بالتمثل العضوي. كيفما حاولنا تعريف الحياة فإنها لا يمكن ان تكون إلا شكلاً من اشكال التعبير عن بنية مادية (جسمية) معقدة تحصل فيها أو عليها عمليات أو تغيرات كثيرة العدد ومتتابعة. مثل هذه البنية المعقدة تشترط وجود جزئيات كبيرة معقدة البناء. بذلك نكون قد وضعنا حداً أعلى لدرجة الحرارة المسموحة، لأن جميع الجزئيات تتفكك في درجات الحرارة العالية جداً إلى مكوناتها من الذرات المنفردة.

نستطيع بنفس الطريقة من التفكير ان نجد مرتكزاً لوضع حد أدنى لدرجة الحرارة المسموحة. كما سبق وقلنا، تشترط «الحياة» تغيرات مستمرة أي تبدلاً متواصلاً للحالات الجسمية. لذلك فإن الحياة بالصيغة التي نستطيع تصورها بها مرتبطة بالماء السائل كإداة انحلال اي كوسيطه تجري فيه العمليات المتواصلة التي هي قبل كل شيء عمليات كيميائية. إذن لكي يتمكن كوكب ما من حل الحياة وقبل كل شيء انتاجها يجب ان يبيء «بيئة حرارية» يتشكل فيها الماء السائل على الأقل وقتياً (خلال فصول سنوية محمّدة أو خلال مراحل تطور جيولوجية).

في نقطة لاحقة من التاريخ الذي نحاول رسمه في هذا الكتاب سيشفلنا السؤال عن كيفية نشوء الحياة على الأرض. وعما اذا كانت عملية نشوئها قد تمت بصورة طبيعية أو «فوق طبيعية». بعدئذ سوف نعالج كيف يمكن ان تتطور الحياة في شروط تختلف عن الشروط الأرضية.

أما هنا حيث نهتم بوضع تاريخ النظام الذي يمثل مأوانا الكوني فإنه من المشروع ان نقصر بحثنا على الشروط الصالحة بالنسبة لنا بصورة خاصة . سيعني هذا عندئذ ان الوسط الحراري اللازم لجعل الحياة ممكنة يقع بين درجة تجمد الماء ودرجة غليانه . المصدر الوحيد للحرارة الذي يمكن اخذه بعين الاعتبار هو النجم القابع في مركز المنظومة والذي عمدها تحت اسم «شمس». بما ان الاشعاع الشمسي ظل عمليا ثابتا منذ مليارات السنين ، هذا ما تشير اليه الآثار المتبقية في باطن الأرض ، فإن درجة الحرارة على كوكب من الكواكب تتعلق بصورة جوهرية بالمسافة التي تفصله عن الشمس ثم بالغلاف الجوي المحيط به اذا كان له مثل هذا الغلاف.

اذا ما وضعنا جميع اعضاء منظومتنا تحت هذا المنظار يتضح لنا كم هو مثالي الموقع الذي تحتله الأرض . لكن هذا الامتياز المكاني الذي حصل عليه بالذات كوكبنا لا يجب ان يجعلنا في هذا الترابط الخاص نتخذ موقف المشكك تجاه المسار الفكري الذي نتبعه . بما أننا موجودون ، ربما الوحيدون ، على الأقل الوحيدون كشكل من اشكال الحياة العالية التطور في منظومتنا الشمسية وبما أننا قد نشأنا على الأرض لذلك يجب ان يكون موقع هذا الكوكب في المجموعة الشمسية متميزا منذ البدء . لو لم يكن الامر كذلك لنشأنا وتطورنا على كوكب آخر أو لما توفرت لنا الامكانية اليوم لتكوين افكار حول هذه الظواهر . لنبدأ ملاحظتنا بالكوكب الأول من الداخل ، الأقرب الى الشمس ، الكوكب ميركور (عطارد).

يتحرك عطارد على مدار يبعد عن الشمس وسطيا حوالي ٥٨ مليون كم .

بغية المقارنة نذكر ان الأرض تبعد عن الشمس حوالي ثلاثة امثال هذه المسافة أي حوالي ١٥٠ مليون كيلو متر . تتطابق درجات الحرارة على الجهة من عطارد المواجهة للشمس مع هذا التناسب ، اذ تبلغ حوالي ٣٠٠ إلى ٤٠٠ درجة . بما أن هذا الكوكب أصغر (يبلغ حجمه مرة ونصف حجم القمر) من ان يتمكن من تثبيت غلاف جوي حوله يخفف من التارجحات الحرارية فإن درجة الحرارة تنخفض على الجهة المظلمة حتى ناقص ١٢٠ درجة . إن هذا التفاوت الحراري المخيف لا يستطيع تحمله حتى ولا رواد الفضاء المرتدون أفضل البدلات الفضائية التي نصنعها اليوم .

أما على الكوكب فينوس (الزهرة) المجاور لنا من الداخل فتبلغ درجة الحرارة أيضا حوالي ٤٠٠ درجة على الأقل ولربما اكثر من ٥٠٠ درجة أحيانا . على الرغم من بعده الأكبر عن الشمس والبالغ حوالي ١٠٠ مليون كم تبلغ الحرارة هذه الدرجة المرتفعة لأن الغلاف الجوي المحيط به شديد الكثافة بحيث يبلغ الضغط على أرض الزهرة ١٠٠ ضغط جوي ، أي ان الرصاص الذي ينصهر في الدرجة ٣٢٧,٥ سيكون سائلا هناك .

لذلك لا نستطيع تحت هذه الظروف ان نفكر بهبوط مركبة فضائية مأهولة على سطح الزهرة خلال ماتبقى من عمرنا . سيكون أيضا على المستقبل البعيد غير ذي جدوى . في مثل هذه الظروف المتطرفة سيكون للرجال الأكيين فعلا واستثناء امكانيات استطلاعية افضل من الانسان مها كانت اجهزة حمايته جيدة ، لان الانسان المسافر الى هناك يجب ان يتوقع ليحتمي من الحرارة في دبابه سميكة إلى درجة لا يستطيع معها مراقبة تلك الدنيا الغريبة إلا بحواس اصطناعية اي بصورة غير مباشرة . لكن مثل هذه

المراقبة ممكنة بنفس الجودة بواسطة نظام استعلامات تحمله مركبة فضائية مصممة لهذا الغرض . لذلك لانجذب سبباً وجيهاً يبرر الاهتمام برسالة انسان في اي وقت الى هذا الكوكب التوحش . غير اننا على الرغم من الجو الجهنمي السائد على سطح كوكب الزهرة لا يجب ان نصفه ، في معرض حديثنا عن امكانية نشوء الحياة بالشكل المعتاد الذي نعرفه ، على انه كوكب معاد للحياة أو ان العيش عليه غير ممكن في أي وقت على الاطلاق . كما سنرى لاحقاً مرت أرضنا على الأرجح في مراحلها الأولى بحالة تطور مشابهة . هناك ما يؤيد وجوب اعتبار الزهرة «كوكباً حاملاً للحياة في المرحلة الجينية» . في حال استمرار التطور بصورة طبيعية نستطيع ان نتجرأ على التنبؤ ان الحياة العضوية يمكن ان تنشأ في هذا الموقع ايضاً من مجموعتنا الشمسية خلال ١ - ٢ مليار سنة .

لاشك ان هذا الزمن طويل جداً . علاوة على ذلك فإن النظام الشبه عضوي القائم على الزهرة في المرحلة الراهنة قابل للتخريب بسهولة من قبل كائنات عضوية قد تدخل اليه قادمة من الخارج . لذلك فإن الزهرة كوكب منحوس لوجوده بجوار كوكب مأهول بمرق واسع الفضول وتشديد النشاط . هذه الاسباب فان فرصة استمرار التطور الطبيعي على سطح الزهرة بدون مضايقات خارجية خلال كل هذا الزمن الطويل ضئيلة جداً بالتأكيد . قبل ان يكون هذا الكوكب قد بلغ هدفه النظري الممكن ستكون الآثار الصناعية الأرضية وأجهزة المراقبة والبحث والتجارب البيولوجية الخارجية قد حولته إلى «مركز نفايات كوني» .

أما على سطح جارتنا الخارجية المريخ (وسطى بعده عن الشمس ٢٢٨ مليون كيلومتر) فتتراوح درجات الحرارة على خط الاستواء بين زائد ٢٥ وناقص ٧٠ درجة . يبدو هذا بالمقارنة مقبولاً لكن الضغط الجوي خفيف جداً اذ يطابق الضغط الجوي الأرضي على ارتفاع ٣٠ إلى ٤٠ كم (من المعروف ان متسلقي الجبال يحتاجون الى كمامة أوكسجين ابتداء من ارتفاع ٤ كم) . سوف لن نتمكن اذن لهذا السبب من التنفس على سطح المريخ ، بغض النظر تماماً عن كون جو المريخ لا يحتوي تقريباً على الأوكسجين وإنما يتألف بمعظمه من غاز الفحم و(ربما) الآزوت .

لكن الشروط السائدة هنا هي بصورة عامة اقل تطرفاً من تلك السائدة مثلاً على القمر - الكوكب الذي وطأته مراراً اقدام البشر ونصرفت بنشاط عليه . رغم ذلك فإن الاقامة على المريخ غير ممكنة إلا لفترة مؤقتة لاغراض البحث العلمي وفي حماية ملابس فضائية معقدة مجهزة بانظمة تكييف وتنفس محكمة الاغلاق .

غير اننا لايجوز ان نستنتج من ذلك نفي نشوء أشكال حياتية مرجحية خاصة هناك . لقد تكيفنا نحن البشر بدقة تامة خلال عملية تطور بيولوجية شاقة وطويلة مع الشروط الخاصة المتميزة السائدة هنا على الأرض بحيث اننا نميل إلى اعتبار اي انحراف عن هذه الشروط على أنه ضار لجميع انواع الحياة . ان هذا ليس سوى حكم مسبق مضلل فرضته علينا العادة . قد نعرف ما اذا كانت توجد حياة على المريخ عندما تهب أول مركبة غير مأهولة على سطحه وترسل لنا نتائج تحليل تربته او تعود اليها حاملة عينات من هذه التربة .

بما ان معظم الناس لا يعرفون السبب الذي يجعل من تحليل عينة من تربة المريخ طريقة مفيدة لكشف وجود اشكال حيائية هناك أود ان أوضح ذلك ببعض الكلمات . حسب كل مانعرفه لا يستطيع اي نوع من انواع العضوية الحية أن ينشأ منعزلاً أو أن يستمر . يجب ان يبقى المجال الحيوي الذي تتواجد فيه مستقراً يوفر دائماً نفس الشروط الحياتية ، على الرغم من أن المتعضيات المنفردة تخضع لعمليات تمثل عضوي نشطة وتنشأ دائماً من جديد ثم تموت . وهذا لا يكون ممكناً إلا عندما تتشكل دورات كبيرة ينتج عنها دائماً غذاء جديد وتتخرب فيها العناصر العضوية للأفراد الميئة متفككة إلى مكوناتها الأولية بحيث تصبح جاهزة لبناء الأفراد الجدد . للمحافظة على هذه السلسلة المعقدة مثل هذه الدورات يتوجب وجود عدد كبير جداً من مختلف انواع الكائنات الحية . تمتد هذه السلاسل على الأرض من النباتات عبر البكتيريا الأرضية الهامة والحيوانات اللاحمة والقاضمة ، عملياً بدون اية فجوة حتى تصل إلى آخر زوايا المجال الحيوي المتوفر .

إذا كانت توجد حياة على المريخ تخضع ولو من بعيد للقوانين البيولوجية المنطبقة على الكائنات الحية الأرضية المعروفة فإنه يرجع ان لا توجد عينة مأخوذة من أرض المريخ لا تحتوي على الأقل ولو كائنات عضوية مجهرية . وبما ان هذه الكائنات المجهرية بدورها تحتاج إلى وجود دورات بيولوجية في محيطها ، ستؤيد النتيجة الإيجابية لثل هذه العينة اننا نستطيع ان نتوقع بعض المفاجآت عندما ندقق البحث بطرق أخرى .

على العكس من ذلك فإن النتيجة السلبية لتحليل العينة لن تعطي برهاناً قاطعاً ، لأنه مهما بدا لنا هذا غير قابل للتصور فإنا من أحد يستطيع ان ينفي امكانية نشوء حياة على المريخ تخضع لقوانين مختلفة تماماً عن البيولوجيا الأرضية التي نعرفها . في هذه الحالة قد لانجد لهذه الحياة آثاراً في تربة المريخ . ان الاجابة ، التي قد تكون قريبة ، على هذا السؤال ، الذي لن نستطيع الاجابة عليه بالتأملات النظرية مهما كانت حادة والدائر حول ما اذا كان شكل البيولوجيا التي لانعرف سواها حتى الان هو الوحيد الممكن أم أنه مجرد حالة أرضية خاصة ، ستستطيع لوحدها أن تجعل من الرحلات العلمية القادمة الى المريخ مغامرة عقلية لامثيل لها . اما الجواب المؤكد فستقدمه لنا الرحلات المأهولة المخططة خلال العقد القادم .

ان عدم اكتشاف آثار للحياة في الصور التي أرسلتها المركبات المريخية حتى الآن لا يعني اي شيء اطلاقاً . لقد أشار العلماء هنا ، لغرض المقارنة ، بحق إلى الصور ، التي أرسلتها اقيار الرصد الجوي مثل تيمبوس وتيروس وغيرها ، عن سطح الأرض . من بين آلاف وآلاف الصور المأخوذة بهذه الطريقة يوجد عدد قليل فقط يستطيع في مختبر ان يكتشف عليها مايشير إلى ان الأرض مأهولة على الرغم من أن حضارتنا قد غرت سطح الأرض الى درجة لا نتوقع لها مثيل على كوكب آخر .

إذا ماوجه إلينا السؤال عن الامكنة المحتملة لوجود الحياة في مجموعتنا الشمسية خارج الكرة الأرضية فإن الجوابين العقلانيين الوحيدين اللذين نستطيع اعطاهما في الوقت الحاضر هما : بعد زمن بعيد جداً في المستقبل ربما على الزهرة وباحتمال ضعيف جداً الآن على المريخ ، لأننا اذاً ماغادرنا المريخ الى جوبيتر (المشتري) تصبح الشروط السائدة هناك على بعد ٧٧٠ مليون كم عن الشمس متطرفة جداً لدرجة

تصبح معها حتى الحياة البعيدة جداً عن الشكل الذي نعرفه غير ممكنة . ان هذا الكوكب الكبير (أكبر الكواكب) محاط بغلاف جوي سميك لا تستطيع اجهزتنا اختراقه تبلغ درجات حرارة طبقاته العليا ناقص ١٢٠ درجة ويتكون على الأرجح من غاز الأمونياك المتجمد والميثان . اما بالنسبة لبقية الكواكب ساتورن (زحل) ، اورانوس ، نبتون وأفلوطن (وهو الأخير ويبعد عن الشمس ٦ مليار كم وتظهر الشمس منه كتجم صغير) . فيصبح مبدئياً نفس الشيء .

لقد نشأ اذن في المكان رقم ٣ اعتباراً من الوسط في نقطة مريجة ومناسبة على بعد ١٥٠ مليون كم من مركز ثقل المنظومة قبل ٥ - ٦ مليار سنة من كتل غبارية كونية ، الكوكب الذي نعيش عليه اليوم . كان في مراحل وجوده الأولى مجرد كرة فضفاضة ضعيفة التماسك بحجم يفوق حجمه الحالي عدة مرات . لكن تزايد وزنه جعله يتجمع أكثر وأكثر ويصبح بالتالي أكثر وأكثر كثافة . كما ان تزايد الضغط تسبب في نفس الوقت بتسخينه شيئاً فشيئاً بصورة متواصلة ودعمت عملية التسخين هذه بتفكك العناصر المشعة التي كان يحتويها آنثد الخليط الفوضوي اللامتجانس من الكتل المادية المختلفة .

تنتج غالباً عن التسخين الفوضوي . أما هنا واستثناء من القاعدة كان العكس هو الصحيح ، اذ عندما سخنت المادة المكونة للكوكب الناشئ أكثر وأكثر حتى اصبحت أخيراً في الداخل سائلا متواججا ، بدأت الجاذبية بفصل وتصنيف العناصر المختلفة ، التي تحتويها الكرة العملاقة ، تبعاً لوزنها . بهذه الطريقة يتوضح سبب كون نواة الأرض مؤلفة من معادن ثقيلة لكن ليس فقط في الداخل وإنما ايضاً في جميع الطبقات الأخرى للجرم السماوي الجديد يجب ان يكون قد حصل آنذاك اختلاط بطيء ولكنه جذري لجميع الاجزاء المتجمعة على اختلاف أنواعها والداخلية في مجال جاذبيته والتي ساهمت بذلك في نشوئه .

كان هذا ينطبق على السطح الخارجي ايضاً . صحيح انه يوجد ، كما ذكرنا ، في القسم الجامد من القشرة الأرضية عدد من الروابط الكيميائية التي ماكانت تستطيع ان تبقى موجودة فيما لو ارتفعت درجات الحرارة هنا ايضاً الى المستوى الذي هي عليه اليوم في أعماق أكبر من جسم الأرض . لكن التراكيب الجيولوجية القائمة تشير على الجانب الآخر إلى أن الطبقات الخارجية للأرض يجب ان تكون ايضاً قد سخنت مؤقتة على الأقل إلى درجة اصبحت معها في حالة لينة شبه سائلة نستطيع تشبيهها بالكتل المنطلقة لتوها من أعماق بركان هايج .

يصبح الأمر مشيراً عندما يتضح لنا اليوم ان كل عامل من هذه العوامل كان حقاً ذا أهمية حاسمة في عملية التطور اللاحقة . بعد عن الشمس قدره ١٥٠ مليون كم ، حجم جمل ، بسبب الحرارة الناتجة منه ، نشوء نواة معدنية للأرض ممكناً ؛ كمية من العناصر المشعة ساهمت في عملية التسخين تماماً بالمقدار الذي جعل اجزاء الأرض العليا تتصهر مشكلة السطح المتناسك والمترايط ، لكن هذا التسخين كان من الناحية الأخرى تحت المستوى الذي لو وصل اليه لادى إلى تفكك الروابط الكيميائية المشككة والعودة بها إلى مكوناتها الأولية الدنيا .

مستضع لنا فوراً أهمية هذه النقطة الأخيرة عندما ندرك ان الأرض حتى هذه النقطة من تطورها لم
تتمكن من استخلاص أدنى فائدة من موقعها المتميز في المجموعة الشمسية . إن محاولتنا إعادة تصميمه
بخطوطه العريضة حتى الآن هو نشوء كوكب كروي الشكل تقريباً ذي سطح مهاد بصعوبة ومخلوط جيداً
بسبب عمليات الانصهار ومكون من كتل صخرية من البازلت والغرانيت .
لكن كرة سباحة في الفضاء الفارغ ذات سطح من الصخور العارية وحتى لو كانت في موقع افضل
من هذا الذي هي عليه ، ستكون عقيمة وستبقى عقيمة أيضاً . إن ما كانت تحتاجه هذه الكرة للآن هو
الغلاف الجوي . من اين كان سيأتي ؟ ان الجواب بسيط ومذهل في آن واحد : لقد تعرقته الأرض .

٣- نشوء الغلاف الجوي

لقد أصبح واضحاً أنه لم يكن للأرض غلاف جوي في نقطة التطور التي وصلنا إليها الآن . جميع الأجزاء الغازية باستثناء بعض البقايا الصغيرة تطايرت في الفضاء بينما تجمعت جزيئات الغبار اللا حصر لها ، عبر ملايين السنين ، حول بعضها البعض مشكلة جسماً كروياً بحجم الكوكب . بهذه الطريقة ضاعت العناصر الخفيفة جميعها تقريباً ولم يبق منها ، وهذه هي النقطة الخامسة ، سوى تلك التي كانت متفاعلة مع عناصر ثقيلة مشكلة معها روابط كيميائية.

تشير جميع الدلائل الى ان هذا هو التفسير البسيط لكون الأرض تحتوي على حصة من العناصر الثقيلة أعلى بكثير من توزيعها الوسطي في مجمل الكون . تتألف الشمس مثلاً بنسبة تزيد عن النصف من الهيدروجين وتصل الى ٩٨ بالمائة من العنصرين الخفيفين ، الهيدروجين والهيليوم . يبقى فقط ٢ بالمائة من إجمالي كتلتها لجميع العناصر الأخرى . على العكس من ذلك تشكل نواة الأرض المؤلفة من معادن ثقيلة حصراً ، على الأرجح حديد ونيكل ، كرة يبلغ قطرها حوالي نصف قطر الأرض .

لكن نسبة العناصر الخفيفة والأخف الموجودة في القشرة الأرضية وفي البحار والغلاف الجوي الأرضي تبلغ اليوم مقداراً معتبراً . لا نشذ عن هذه النسبة سوى الغازات الخاملة التي من أهم خواصها عدم قدرتها على التفاعل مع العناصر الأخرى . لذلك تقدم ندرتها النسبية برهاناً غير مباشر على صحة نشوء الأرض «بالطريق البارد» ، الذي سبق وشرحتاه . كما أنها تؤكد ان العناصر الخفيفة في هذه المرحلة من التطور الأرضي لم تكن قادرة على البقاء إلا متحدة مع عناصر أثقل (هذه الفرصة لم تكن متوفرة للغازات الخاملة) . لكن استمرار مثل هذه الاتحادات الكيميائية لم يكن ممكناً لو تجاوزت درجة حرارة الأرض على الأخص في قشرتها حدّاً معيناً .

تقدم هذه الأفكار مجتمعة صورة للأرض كان معها داخلها سائلاً أحمر متوهجاً بينما كانت القشرة

المعرضة للفضاء الفارغ قد بدأت تبرد ببطء . تقف هذه الصورة مرة أخرى على أرضية صلبة . ليس فقط لأن هذا الوصف لم يزل يصح حتى الآن . لم يزل القسم الخارجي من نواة الأرض سائلاً متوهجاً حتى اليوم كما لم تزل الطبقات الدنيا من القشرة الأرضية حتى اليوم ساخنة بما يكفي لتغذية البراكين العديدة المنتشرة في شق اصقاع الأرض .

لا تعتمد الأرض حتى يومنا هذا حرارتها حصراً من الشمس ، بل ان حرارة لحيها الداخلي الناتج عن الضغط والاشعاع لم تزل حتى هذا اليوم تشع تياراً ساخناً يصل حتى السطح . لهذا السبب فإن درجة حرارة سطح الأرض لن تنخفض إلى المستوى الكوني حتى ولو لم تكن الشمس موجودة . لكن هذا لن يساعد كثيراً لأن حرارة الأرض الذاتية متدنية جداً . يقدر الاشعاع الحراري الذاتي للأرض بحوالي واحد من مليون حرارة لكل سنتيمتر مربع من سطح الأرض في الثانية كحد أقصى . تكتسب الأرض من الأشعة الشمسية المسلطة عليها ، في وسط النهار ، ٣٠٠٠ ضعف هذه الكمية التي تفقدها .

لكن هذه الحرارة الذاتية للأرض كانت لها آنذاك كما لم تزل لها اليوم نتيجة إضافية أكثر أهمية هي : حدوث البراكين . لم تعد نهم اليوم بالنشاط البركاني إلا من وجهة نظر سياحية أو ككوارث نسمع عنها في نشرات الأخبار . لذلك قد يتفاجأ البعض عندما يعلم ان الأرض لم تكن لتستطيع ابدا تطوير وحمل الحياة ما لم تكن بركانية منذ البدء .

إن ما يبعثه هذه والجبال الباصقة للنار هو ليس فقط كتلاً من المواد البركانية المنهتة وإنما بالإضافة إلى ذلك ، آنذاك كما اليوم ، كميات كبيرة من بخار الماء بالإضافة الى الأزوت وغاز الفحم والهيدروجين والميثان والأمونياك . بكلمات أخرى : كانت البراكين هي الفوهات التي تعرق ، بكل المعنى الحرفي لهذه الكلمة ، كوكبنا عبرها العناصر الخفيفة المحبوسة في القشرة الأرضية والتي اصبح السطح الأخذ في التبرد يحتاجها بصورة ملحة . لولا البراكين لما حصلت الأرض ابدا على غلاف جوي من العناصر الغازية الخفيفة ولما وجدت المحيطات والبحار .

إن كميات المواد التي نقلتها البراكين من داخل الأرض الى خارجها أكبر مما يتصور معظم الناس . يقدر الجيولوجيون عدد البراكين النشطة في الوقت الحاضر بحوالي ٥٠٠ بركان تدفع سنوياً الى سطح الأرض كمية من الصخور يزيد حجمها عن ٣ كيلومتر مكعب.. بملك تكون ، خلال الأربعة إلى الأربعة والنصف مليار سنة التي يعتقد انها مرت منذ تصلب القشرة الأرضية ، قد خرجت كمية هائلة يعادل حجمها حجم جميع القارات . أما الانتاج الغازي للبراكين فلا يقل عن ذلك . بما أن هذا الانتاج يتألف بنسبة ٩٧ بالمائة من بخار الماء الذي هطل عبر الزمن متجمعا في منخفضات الأرض فلا تبقى أية صعوبة لتصور نشوء المحيطات عن هذه الآلية . نستطيع في سياق هذا العرض أن نفترض أن نشاط البراكين وعندها كان في العصور الأولى ، حيث كانت الأرض لم تزل أسخن مما هي عليه اليوم ، أكبر بكثير مما هو عليه الآن .

لقد قلنا أن بخار الماء المتسرب عبر الصهائم البركانية هطل وتجمع في المناطق المنخفضة من سطح الأرض مشكلاً المحيطات الأولى . من المرجح أن هذه العملية التي استمرت عشرات الآلاف من السنين

ستبدو لكثير من الناس حدثاً درامياً متبراً ، لأن بخار الماء عندما بدأ بالتكثف ومن ثم الهطول على شكل قطرات كانت درجة حرارة القشرة الأرضية لم تزل تنوف عن ١٠٠ درجة بقلير كبير . لذلك عندما بدأ المطر آنذاك بالسقوط لأول مرة في تاريخ الأرض لم تبلل الأرض من هذا المطر ، لأن القطرات للتساقطة كانت تتحول ثانية فور ملامستها سطح الأرض ، كما لو لامت صفيحة حامية ، الى بخار ماء يرتفع مجدداً نحو الأعلى . بهذه الطريقة راحت الحرارة الموجودة في القشرة الأرضية تنتقل الى الطبقات العليا من الغلاف الجوي بصورة أسرع وأكثر فعالية وتنتشر من هناك في الفضاء . وهكذا نرى أن كوكبنا قد سرع بمساعدة بخار الماء المتسرب من البراكين هذه المرحلة من تاريخه وعجل بالتالي عملية تبرده .

لو بقيت جميع المياه الموجودة اليوم على سطح الأرض على الحالة البخارية التي كانت عليها في تلك الحقبة العابرة لكان ضغط الهواء على الأرض يبلغ ٣٠٠ ضغط جوي أي ٣٠٠ ضعف مما هو عليه اليوم . غير أنه يتوجب علينا اجراء بعض التشطيطات لأن كمية الماء يجب أن تكون آنذاك أقل مما هي عليه في الوقت الحاضر . رغم ذلك نحصل ، عندما نحاول وصف الحالة التي كان عليها سطح الأرض في هذه المرحلة ، على صورة كابوسية : غلاف جوي كثيف بدرجة لا تصدق لا تسمح نسبة بخار الماء العالية فيه لأي شعاع من ضوء الشمس باختراقه . لعشرات الآلاف من السنين استمرت الانفجارات بين الغيوم بلا انقطاع وبقوة لا نستطيع تصورها اليوم . يضاف الى ذلك حرارة تزيد عن مائة درجة و سطح للأرض محاط ببخار الماء المخيم فوقه . كان المصدر الوحيد للضوء هو البرق الناتج عن عواصف رعدية تصمم الأذان ولا تبدأ أبداً . إن رائد الفضاء الذي سيد أمامه كوكباً تسود فيه مثل هذه الشروط سيكون في منتهى الحكمة عندما ينقطع راجعاً من حيث أتى . إنه لن يتجنب الهبوط على مثل هذا الجرم السماوي وحسب بل سيشطب اسمه بالتأكد من قائمة الكواكب التي يتوقع أنها قابلة للحياة .

بالرغم من كل ذلك كانت هذه الحالة فعلاً حالة الكوكب الذي نشأت عليه الحياة . ونظراً لكثير من الظواهر المتوازنة نستطيع أن نعتقد أن حالة جارتنا الزهرة هي اليوم في مرحلة تحضيرية مشابهة . إن الطريق الى الحياة طويل ويحتاج مليارات السنين ، لكن نفس الطبيعة طويل أيضاً . إن عدد العوامل التي يجب أن تتحقق مجتمعة لكي يتم قطع هذا الطريق الطويل بسلام ، أي عدد الصدفة السعيدة ، قد أصبح حتى هذه النقطة من المراحل التي تتبعناها في تاريخ الأرض كبيراً للدرجة تبعث على العجب : البعد المناسب عن نجم يشع الطاقة دخل مرحلة الاستقرار منذ مليارات السنين . مدار يكاد أن يكون منتظماً (شبه دائري) يؤمن حداً أدنى من تجانس الشروط على سطحه . حجم ليس صغيراً جداً ، لكي تصبح عملية تسخين جسم الكوكب ممكنة ، ولا كبيراً جداً لأن زيادة التسخين ستؤدي الى ضياع معظم العناصر الخفيفة التي تلعب لاحقاً دوراً حاسماً .

إن عدد العوامل اللازمة والتعقيدات المتشابكة التي يجب أن تتحقق لكي تستمر عملية التطور بعد هذه النقطة يتزايد ، كما سنرى لاحقاً ، اعتباراً من الآن بصورة أسرع وبشكل يثير الدهول .

إذا ما عدنا الآن الى السياق التاريخي وألقينا نظرة على الغلاف الجوي الذي أنتجته الأرض بعيد ولادتها سيلفت انتباهنا أن هذا الغلاف لم يكن يحتوي الاوكسجين . بخار الماء ، الهيدروجين بحالة

غازية ، الأزوت ، ثاني اوكسيد الفحم ، الميثان ، الاومونياك ولربما أيضاً ثاني اوكسيد الكبريت ، هذه هي الغازات التي انطلقت من أعماق الأرض الملتهبة لتشكّل أول غلاف هوائي لكوكبنا لم يكن يوجد بينها الاوكسجين الحر .

إن جواً بهذا التركيب لا يبدو لنا اليوم مميتاً وحسب بل ومعادياً للحياة بصورة مطلقة . في الواقع لم تكن تتوفر امكانية للبدء بشروط انطلاق اخرى . لقد كان في الواقع توفر الاوكسجين الحر في هذا الغلاف الجوي الأرضي الأولي واحداً من الشروط الكثيرة التي يجب أن تتحقق إذا كان على عملية التطور أن تستمر حتى ظهور الحياة . نحن ، بشر اليوم ، لا نستطيع العيش لحظة واحدة في جو يتكون بمعظمه من الأزوت وغاز الفحم والميثان . ينطبق نفس الشيء على جميع أشكال الحياة الكثيرة الاخرى التي تعيش معنا على الأرض . لكن تاريخ الحياة ليس هو ، كما كانت العلوم تعتقد حتى وقت قصير ، تاريخ بذرة حياتية بدائية أولى ، خلية بدائية مثلاً ، تطورت شيئاً فشيئاً على مسرح كوكب ما كان سطحه بالصدفة «صالحاً للحياة» وبقي خلال كامل المسيرة بدون أي تغيير . «صالح للحياة» ، هذا مفهوم نسبي ومتحول . علينا أن لا تقع في الخطأ ونعتبر ما يناسبنا فقط على أنه صالح للحياة وأي انحراف عنه مهما كان ضئيلاً على أنه انحراف نحو الأسوأ . إن الحالة الحاضرة للأرض بكل جزئياتها هي نتيجة لتطور كانت تجري فيه منذ البدء عمليات تأثير وتأثر متبادلة ومتواصلة بين الحياة والوسط الأرضي المحيط بها ، بما يشبه مبدأ البينغ بونغ (كرة الطاولة) ، كل عملية تشترط الأخرى تؤثر عليها وتتغير بتأثيرها .

لم تكن نتيجة ذلك انسجاماً أمثل بين جميع أشكال الحياة التي نعرفها والوسط الذي تعيش فيه وحسب بل نتج عنه أيضاً أن سطح الأرض قد تغير بتأثير العمليات البيولوجية الجارية فيه بطريقة ودرجة لم تزل معالمها تكشف للعلماء شيئاً فشيئاً حتى اليوم . إن الأرض كنتاج لهذه العملية التطورية قد ابتعدت عن الحالة «الطبيعية» التي كانت عليها قبل نشوء الحياة على سطحها بما لا يقل عما ابتعد كائن حي كثير الخلالا يعيش اليوم عليها عن أسلافه في حقبة سابقة . إن «الحياة» قادرة على المساهمة في تحقيق الشروط ، التي تنشط تطورها ، بفعالية مذهشة . سوف نتعرض الى هذه المسألة لاحقاً بالتفصيل .

إن «الصلاحية للحياة» هي إذن على أي حال ليست ، كما يعتقد معظم الناس ، خاصية أو بتعبير أفضل : مركب محدد من الخصائص المحددة التي إما أن تتوفر على كوكب ما أو لا تتوفر . على هذا الأساس تكون تراكيب العوامل المحيطة التي تجعل الحياة ممكنة ، إذا لم نحصر تفكيرنا بأشكال الحياة التي نعرفها ، حسب جميع الاحتمالات أكثر تعدداً مما يستطيع خيالنا الأرضي تصوره .

بتعبير آخر : ستصادفنا في مجرى سردنا التاريخي مؤشرات تفتح أعيننا على أن للظاهرة التي نسميها «حياة» ، قدرة على التكيف تفوق كل تصوراتنا .

لكل هذه الأسباب سيكون حكمنا ، على أن هذا الجو المحيط بالأرض قبل نشوء الحياة عليها والخالئي من الاوكسجين سام ومعاد للحياة ، متسرعاً وخاطئاً حتى لو كنا لا نعرف ان الحياة قد نشأت فعلاً لاحقاً على هذا الكوكب الذي كانت تسود فيه تلك الشروط . لقد قدم فعلاً هذا الاكتشاف الجديد نسبياً ، بأن جو الأرض لم يكن يحتوي في الأصل كميات تذكر من الاوكسجين ، لعلماء الكيمياء

العضوية حلاً لتناقض قديم وأعطى في نفس الوقت الجواب على مسألة أساسية في علم الحياة يدور حولها جدل حار منذ مئات السنين .

كان التناقض يقوم على مسألة بدت غير قابلة للحل : جميع الكائنات الحية الأرضية (باستثناء بعض الطفيليات وأنواع قليلة من البكتريا) تحتاج الى الاوكسجين كمصدر طاقة لعمليات التمثل . على العكس من ذلك فإن جميع المادة العضوية غير الحية تتأكسد مع الاوكسجين الحر (بسبب نشاطه الكيميائي العالي جداً) أي تتدمر . كيف استطاعت إذن الحياة تحت هذه الشروط أن تنشأ لأول مرة ؟ مهما حاول أي عالم أن يتصور هذه العملية فإنه مضطر في أي حال أن يفترض أن نشوء العضوية الحية الأولى قد سبقته حقبة طويلة من تطور المادة اللاحية الى الجزئيات العضوية أو بتعبير آخر قد سبقه زمن نشأت خلاله جميع الجزئيات العضوية المعقدة والحساسة التي شكلت المادة الأولية اللازمة لنشوء البنية الحية الأولى . كيف تمكنت هذه الجزئيات المعقدة من الحموض الأمينية والبيبتيدات المتعددة والحموض النووية واليودفين من البقاء مستقرة والاستمرار حتى الخطوة التالية ، التي لا تقل غموضاً ، حيث اتخذت اختياراً مشكّلة العضوية الحية ؟ حسب جميع قواعد الكيمياء كان الاوكسجين الحر في الغلاف الأرضي يجب أن يفككها قبل أن تتمكن أية عملية لا بيولوجية من تحضيرها ويعتبرها الى الوجود .

لقد جاء الجواب من دراسة الفلزات القديمة جداً في باطن الأرض . تمكن الجيولوجيون من التأكد من وجود آثار الحث على هذه الفلزات . لقد وجدت إذن في أعماق الأرض دلائل لا شك في صحتها تشير الى أن العينات المدروسة قد تعرضت زمناً طويلاً جداً الى التأثيرات المناخية السائدة على سطح الأرض . رغم ذلك لم تطرأ على هذه الفلزات ، التي غارت في باطن الأرض قبل ٢-٣ مليار سنة بسبب عمليات الانطواء الجارية في القشرة الأرضية وبقيت هناك على أعماق كبيرة بمعزل عن الهواء ، أية تغيرات كيميائية من النوع الذي يجب أن يحصل ضمن الشروط المشابهة حالياً في الغلاف الجوي الأرضي بسبب ما يحتويه من الاوكسجين . لقد كان مثلاً اوكسيد الحديد الذي يحتويه هذه الفلزات ، التي كانت في الأصل على سطح الأرض ، ثنائي القيمة . أما اليوم فإن أول ما يحصل في العمليات المناخية هو تحول مثل هذه الرابطة الى اوكسيد حديد ثلاثي القيمة . كذلك كان الأمر بالنسبة لبعض الروابط الاخرى من المعادن التي تحتوي الحديد والكبريت .

بهذه الطريقة تم قبل عدة سنوات اكتشاف حقيقة لم يكن يتوقعها أحد وهي أن الغلاف الجوي الأرضي الحالي لم يكن في الأصل كما هو عليه الآن . وهكذا أدت ألتأملات والبحوث اللاحقة الى حقيقة نشوء الغلاف الجوي بواسطة البراكين بالطريقة التي شرحناها في هذا الفصل . على هذا الأساس أصبح مفهوماً الآن كيف تمكنت الجزئيات العضوية الضرورية الكبيرة من النشوء وقبل كل شيء من البقاء .

كما أصبحت الكيمياء العضوية الآن قادرة على الإجابة على السؤال حول سبب عدم تمكن العلماء رغم البحث الطويل والشاق من إيجاد أية آثار على الأرض تشير الى حصول «التقليح البدئي» أي الى نشوء الحياة البدائية من مكونات غير عضوية أي عن غير طريق انقسام الخلايا الحية .

كما ان عدم تمكن العلماء من البرهنة على امكانية حصول التلقيح البدئي في الوقت الحاضر وضعهم لزمن طويل في موقف لا يقل حيرة وارباكاً ، لأنه إذا كان هذا التلقيح البدئي قد حصل بطرق طبيعية ، أي لا فوق طبيعية ، أو بتعبير آخر ، إذا كانت جميع المائدة الحية الموجودة على وجه الأرض قد نشأت بتأثير قوانين الطبيعة فإنه لا يوجد سبب يمنع حصول ذلك الآن أيضاً . لقد أصبحنا اليوم نعرف سبب عدم حصول ذلك : إن الاوكسجين الموجود في الغلاف الجوي الحالي يجعل تكرار هذه المرحلة من تطور الحياة مستحيلًا وإلى الأبد .

لكن وما أن ، كما أصبح معروفًا اليوم ، جميع الاوكسجين الموجود الآن في الغلاف الجوي الأرضي قد نتج خلال تاريخ الأرض من النباتات الخضراء بواسطة التمثيل الضوئي ، فإن الحياة نفسها هي التي قطعت ، فور ما ثبتت أقدامها على الأرض ، خط التطور الذي كان ، من يعلم ، سيسير في اتجاه مختلف تمامًا . هكذا وكان هناك مصححون أو معاكسين جعلوا خط الحياة الذي طغى على الأرض آنذاك غير ممكن . جميع الامكانات البيولوجية الأخرى على الأرض أصبحت منذئذ وإلى الأبد غير ممكنة . بالتعبير المجازي قام قابيل آنذاك بقتل هابيل لأول مرة .

سبق وقلت ان تفتح الحياة ، أي التطور البيولوجي ، كان مترافقًا ومتشابكًا بصورة واسعة مع تطور الوسط الذي بدأت الحياة تنتشر فيه . لقد أصبحت حقيقة بدئية بالنسبة لعلماء البيولوجيا ان تطور وانتشار الحياة يتطابق مع تكيف الكائنات الحية في كل لحظة وبصورة متتابعة ودقيقة مع الامكانات والضرورات المتعددة للوسط الذي تعيش فيه .

لكن النظرة المغلوقة لهذه المغلوقة ، على الأقل في المراحل المبكرة من تطور الحياة ، والتي لم تلق قبولًا عامًا حتى الآن ، صحيحة أيضاً وهي : في الحقيقة الاولى من التطور تكيف المحيط أيضاً - لا تلك طريقة اخرى للتعبير عما حصل - بصورة مذهلة مع متطلبات الكائنات الحية الناشئة . إنني لا أعني بذلك فقط التغيرات الواسعة التي سببتها الحياة في هذا الفصل الأول من تاريخها في الوسط الموجود فيه بحيث جعلته على الشكل الذي يفتح أمامها امكانات أفضل للازدهار . هذه مسألة ستتناولها عنها أيضاً . إن ما أعنيه ، وهو الأهم والأكثر دلالة ، هو ان تطوراً معيناً قد بدأ على سطح الأرض الاولى وبالتأكيد لعدة مئات من ملايين السنين قبل ظهور البنى العضوية الاولى ، التي يمكن تسميتها حية ، وسار في منحنى لم يجعل نشوء الحياة ممكناً وحسب بل جعلها حتمية لا مناص منها .

هنا يجب ان نكون على منتهى الحذر في عرض أفكارنا . ما من شيء يتعارض مع قواعد التفكير العلمي أكثر من التفسيرات «الغائية» للأشياء . «الغائية» تعني السير نحو «هدف محدد مسبقاً» . سوف نتعمد عن أرضية الحججة العلمية إذا اعتبرنا أن التغيرات على سطح الأرض الاولى قد حصلت لكي تحقق نشوء الحياة ، أي إذا اعتقدنا أننا نستطيع «تفسير» الحياة بقولنا ان نشوءها كان منذ البدء «هدف» هذه التغيرات .

«تفسير» شيء ما يعني علمياً دائماً إعادة هذا الشيء الى أسبابه واشتقاقه من هذه الأسباب . لكن الأسباب تكون زمنياً دائماً ويدون أن تعري موجودة قبل النتائج التي ترتبت عليها أو نتجت منها . لذلك

فإن لكل سبب نتيجة . لكن ما من قوة في الأرض تستطيع إحداث تأثير ولو من أي نوع كان بين النتيجة والسبب الذي نتجت عنه . إن الطريق يسيراً وحسباً من السبب إلى النتيجة . في الاتجاه المعاكس لا يوجد أي ترابط . هذا ما تقوله قواعد المنطق . لذلك فإن السبب لا يعرف شيئاً عن النتيجة التي سيحصل عليها . ولهذا السبب لا نستطيع أبداً أن «نفسر» حدثاً بالنتيجة التي أدى إليها . إن عظمة علوم الطبيعة وحدودها أيضاً تكمن في أنها مضطرة إلى التعامل بأدوات مصممة وفق هذا المفهوم لتفسير الطبيعة التي وجدت فيها الحياة . إنها إذن طبيعة يجري فيها التطور كعملية متسلسلة صحيحة ومحكمة تنشأ فيها بنى عضوية تزداد تعقيداً وتكتسب باضطراب وظائف على درجة أعلى من الكفاءة وتنامي استقلاليتها تجاه محيطها اللاحي . هنا نصطدم بتناقض سيغفلنا مراراً في هذا الكتاب .

لكننا قبل ذلك سنضع الظاهرة نفسها أمام أعيننا : كما سبق وقلنا : إن التناقضات الظاهرة لم تأت أبداً لأول مرة مرتبطة بتطور الحياة وإزدهارها بل قد حصل قبل ذلك تطور لم يكن التطور البيولوجي ممكناً بدونها . يتضح هذا بصورة خاصة بواسطة ظاهرة سماها العلماء منذ بضع سنين «تطور الغلاف الجوي» . لنر أولاً ما المقصود بذلك ولنتحاول بعدئذ استخلاص النتيجة .

يتوجب علينا أن نعود في وصفنا التاريخي من هذا الكتاب إلى النقطة التي كنا نتحدث عنها عن مرحلة تطور الأرض المشابهة لحالة كوكب الزهرة اليوم . ما من أحد يعلم كم بقي كوكبنا على تلك الحالة . من الممكن أن تكون مرحلة عابرة وقصيرة نسبياً . يقدر بعض الجيولوجيين ومنهم الفرنسيان أندريه كايو وآ . دوفيليه أنها لم تستمر سوى ١٠٠٠٠٠ ولربما فقط ٦٠٠٠٠ عاماً .

بعد ذلك كان تبرد القشرة الأرضية قد تقدم إلى درجة أن الماء المتساقط من الجو المشبع ببخار الماء لم يكن يتبخر ثانية فوراً . بل بدأ يتجمع ويشكل المحيطات الأولى . عندما حصل ذلك يجب أن يكون منظر الأرض ، قبل ٤,٥ مليار سنة ، يشبه بخطوطه العريضة الصورة التي يبدو عليها كوكبنا اليوم عند النظر إليه من مسافة بعيدة ، أي يشبه تقريباً الصور التي تبثها لنا عنه الأقمار الصناعية .

كان الجو آنئذ قد أصبح صافياً وشفافاً . كانت توجد غيوم على سبيل زرقاء . كان للمحيطات والقارات تقريباً نفس الاتساع الذي لها اليوم . لكن اليابسة كانت موزعة على سطح الأرض بصورة تختلف بالتأكيد عما نراه اليوم على الخرائط المسطحة والكروية ، أي أن التحرك القاري لم يكن قد بدأ بعد . كما أن الحياة لم تكن قد وجدت . كانت اليابسة تتألف بمعظمها من كتل يركانية متبردة وهي «صخور عارية من الغرائث والبالز» . كانت الرياح والأمطار قد بدأت لتوها بأعمال الحت والتفتيت التي حولت سطح الأرض الصخري شيئاً فشيئاً إلى غبار ورمل .

أما الغلاف الجوي فكان ، كما برهنا ، يفقد الأوكسجين . لكن هذا لم يكن أساسياً ، كما سبق وأوضحنا أيضاً ، بالنسبة لقدرة المكونات العضوية الأولى على الحياة وحسب بل كان ، على الأرجح ، السبب الذي جعل نشوؤها ممكناً على الإطلاق ، لأن الأوكسجين هو أكثر المصافي الجوية فعالية لحجب الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس .

تعتبر هذه الأشعة ، ذات الموجات الأقصر من موجات الضوء المرئي ، غنية بالطاقة بصورة

خاصة . ولو لم تكن لتعجب اليوم بقسمها الأعظم عن سطح الأرض بواسطة الغلاف الجوي الذي يحتوي الأوكسجين لما تمكنا من العيش هنا . إن القسم الصغير منها الذي يخترق الغلاف الجوي هو الذي يسبب لنا ، كما هو معروف ، الحرق الشمسية المؤلة التي تصيبنا عند التعرض لأشعة الشمس . إن الحيرة المروعة منذ القديم بأن خطر احتراق الجلد يزداد في المرتفعات الجبلية تؤيد أهمية الغلاف الجوي كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية .

فيما يتعلق بالمرحلة التمهيدية للحياة تنطبق على الأشعة فوق البنفسجية التي يمنعها الأوكسجين من العبور ، نفس القاعدة التي تنطبق على الأوكسجين . تعتبر الأشعة فوق البنفسجية بالنسبة لجميع الكائنات الحية خطيرة الى درجة أنها تستعمل في غرف العمليات وفي المخابر الميكروبيولوجية للتعقيم أي لقتل الكائنات العضوية البكتيرية الدقيقة . على العكس من ذلك فقد كان هذا الجزء بالذات من الأشعة الشمسية ضرورياً في العصور الأرضية الأولى ، إذ أنه كان المصدر الوحيد الذي يستطيع مد الروابط اللاعضوية الموجودة في الغلاف الجوي بالطاقة اللازمة لتلتحم مشكلة تلك الجزيئات الكبرى التي شكلت لاحقاً المادة الأولية للكائنات الحية .

بقول مختصر : كانت الأشعة فوق البنفسجية كمصدر للطاقة ضرورية لتشكيل العناصر العضوية الأولى للحياة . لكن في اللحظة التي تشكلت فيها هذه العناصر توجب حجب الأشعة فوق البنفسجية عنها وإلا أدت الى تفكيكها ثانية فوراً . هذا مثال آخر يبين بوضوح كم كانت الظروف ضيقة ومعقدة في هذه المرحلة من التطور قبل نشوء الحياة الأولى على الأرض بزمن طويل .

ستصيبننا الدهشة عندما نتبع الطريق الذي سلكته المادة الميتة على سطح الأرض الأولى ، لا توجهها أية قوى سوى قوانين الطبيعة لتحقيق جميع الشروط اللازمة لنشوء المكونات الأولية للحياة . لنر كيف حصل ذلك !

كانت الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس تصل بدون عوائق تقريباً الى سطح الأرض وبالتالي الى سطح المحيطات الأولى . أدت هذه الحالة فوراً الى نتيجة مزدوجة . كانت جزيئات الميثان وغاز الفحم والأمونياك ، بالإضافة الى بعض الروابط الأخرى ، التي تحتوي عناصر الفحم والأزوت والأوكسجين والموجودة في الغلاف الجوي قد تواجدت أيضاً وبصورة مركزة الى حد ما في جميع المياه الراكدة أي في المحيطات والبحار . وكانت قد وصلت الى هناك بواسطة عمليات الخلط المتواصلة التي تسببها الرياح والأمواج بين طبقات الماء العليا والهواء الجائئ فوقها . كما أنه من الممكن أن يكون القسم الأعظم منها قد خلُص من الغلاف الجوي بواسطة الأمطار المائلة التي استمرت آلاف السنين خلال الحقبة الأسبق من تاريخ الأرض .

من المؤكد أن الأشعة فوق البنفسجية قد نفذت الى عمق عدة أمتار في الماء الغني بهذه الجزيئات . لذلك تم تحريض الجزيئات المعنية في طبقة بهذا العمق لتتجمع مشكلة «قطع بناء» أكبر . لكن نفس الأشعة التي سببت نشوء هذه القطع قامت بتفكيكها بعيد نشوئها الى مكوناتها الأولى . بذلك نتجت دورة

متواصلة ومتكررة من الترابط والتفكك يجب أن تكون قد حصلت في الطبقات العليا لجميع المياه المتجمعة .

إن دورة من هذا النوع تعتبر مثلاً مدرسياً للدخول في طريق مغلق . بناء على المعارف العلمية المتوفرة اليوم يوجد سببان جعلا عملية التطور تتمكن من الخروج من هذه الدوامة . الأول هو أن هذه الدورة ، كما ذكرنا ، حصلت فقط بالقرب من سطح الماء أي في طبقة قد يصل عمقها الى عشرة أمتار ولم يتجاوز بأي حال الخمسة عشر متراً . في الأعماق الأكبر لم تعد الأشعة فوق البنفسجية تستطيع التأثير بقوة كبيرة لأن طبقات الماء التي فوقها بدأت تعمل كمصفاة واقية .

بذلك استطاع قسم من الجزئيات الأكبر المشككة بتأثير الأشعة فوق البنفسجية أن ينجي دائماً في تلك الأعماق المائية الأكبر . بتعبير أدق كان يتدفع باستمرار قسم منها بتأثير تحركات الماء الهائج الى أعماق لا تصل إليها الأشعة الفاتلة مبتعداً عن خطر التفكك . بذلك بدأت هذه الجزئيات الكبيرة ، الهامة جداً بالنسبة لعملية التطور اللاحق ، تتجمع في الأعماق الآمنة لا محالة بطبيعة الدورة لعملية نشوئها . في نفس الوقت سببت الأشعة فوق البنفسجية عملية ثانية جعلت هذه الجزئيات لا تبقى منفية في الأعماق الى الأبد . كانت طاقة هذه الأشعة القصيرة الموجة قوية الى درجة أنها تستطيع تفكيك جزئيات الماء نفسها الى مكوناتها الأولية . لذلك يجب أن يكون قد حصل على سطح محيطات وبحار الأرض الأولى ما يسميه العلماء التفكك بالضوء ، أي تفكك الماء بتأثير الضوء : انشطرت الرابطة H_2O الى هيدروجين حر ووكسجين حر .

صعد الهيدروجين المتحرر ، وهو أخف العناصر ، عملياً بدون أية إعاقة نحو الأعلى عبر الغلاف الجوي وضاع أخيراً في الفضاء . أما الاوكسجين فقد بقي في الغلاف الجوي . لكن الاوكسجين ، كما سبق وقلنا ، هو مصفاة شديدة الفعالية ضد نفاذ الأشعة فوق البنفسجية . لذلك لم تستمر هذه العملية من التفكك بالضوء بصورة متواصلة ولم يحصل نوع من الدورة المتكررة وإنما تدخل ما يسمى قانون الكبح العكسي : كبحت العملية نفسها عندما بلغ الاوكسجين في الغلاف الجوي حداً معيناً ، أي الحد الكافي لحجب الأشعة فوق البنفسجية وبالتالي لوقف انتاج الاوكسجين عن طريق تفكك الماء بالضوء .

أدت طبيعة التعبير الذاتي لهذه العملية الى أن نسبة الاوكسجين الموجودة في الغلاف الجوي قد تحددت بدقة كبيرة على مقدار معين . عند نقطة محددة تماماً يتوقف انتاج الاوكسجين . عندما ينخفض تركيزه تحت هذا المقدار (بواسطة عمليات تأكسد على سطح الأرض تنسحب الاوكسجين من الجو) تراجعت فعالية التنقية للأشعة فوق البنفسجية عندئذ تستطيع عملية التفكك الضوئي المتابعة وتبقى مستمرة حتى يعود التركيز الأصلي الى المستوى الذي كان عليه .

أطلق العلماء على هذا المثال النموذجي للتأثير المتعاكس اسم «مؤثر يوري» تكريماً للعالم الكيميائي الأمريكي هارولد يوري حامل جائزة نوبل والذي اكتشف هذه الخطوة الخامسة في تطور الغلاف الجوي الأرضي .

قد يكون مفيداً عند هذه النقطة ان نشير باختصار إلى الطريقة التي تتم فيها اليوم دراسة هذه العمليات التي حصلت في الغلاف الجوي للأرض قبل أربع مليارات سنة أو أكثر . على الرغم من خفة هذا الوسط فقد خلف التطور آثاراً عنه تظهر قبل كل شيء على الصخور التي كانت آنذاك على سطح الأرض وحفظت كرواسب في أعماقها . لقد سبق وذكرنا كيف تم التمكن بمساعدتها من اكتشاف الحقيقة التي لم تكن متوقعة على الإطلاق بأن الغلاف الجوي لم يكن يحتوي في الأصل على الأوكسجين . يمكن استخلاص نتائج أخرى بصورة غير مباشرة من مجرى التطور البيولوجي الذي تبع ذلك مباشرة (الزمن محسوب هنا طبعاً بالمراحل الجيولوجية) . انها ، كما سيتضح عند عرضها ، مترابطة مع تطور الغلاف الجوي بما يجعل استخلاص بعض تركيباتها من بعض خصائصه ممكناً .

كل ما يتجاوز ذلك من اكتشافات واستنتاجات ، ومنها أيضاً اكتشاف مؤثر يوري ، هو نتيجة لاستنتاجات نظرية . لذلك قد تكون الافكار التي كونها العلماء عن تلك الاحداث المفارقة في القدم (التي أحاول سردها باختصار) غير دقيقة أو خاطئة في بعض الجزئيات . غير أن الخطأ ان وجد لن يشمل فعلاً إلا الجزئيات التي لا تخمس المجرى الأساسي لتطور الأحداث . يوجد لدينا اليوم عدد من الآثار الملموسة التي تقدم لنا أرقاماً ومعطيات متينة نستطيع الانطلاق منها . كما اننا أخيراً نعرف نواتج عملية التطور هذه .

المطلوب اذن هو إعادة تصميم خط التطور الذي يربط بين ما نعرفه تأكيداً عن الماضي وبين الحاضر والذي يتبع في كل مسيرته قوانين الطبيعة . لاشك ان هذا عسير ومجهد لكن مجالات حصول اخطاء جزئيه في كل ما نحقق حتى الآن لم تكن كبيرة . ان التشعيات والتضرعات المتعددة لعملية التطور كانت منذ البدء كثيرة التعقيد وشديدة التداخل مما يجعل متابعة مسيرتها لا تتبع كثيراً من التفسيرات المختلفة . لذلك عندما يتمكن العلم بعد جهود طويلة ومضنية من إيجاد تفسير لقطع ما ينسجم مع تفسيرات المقاطع الأخرى يصبح اعتبار هذا التفسير على انه صائب مبرراً .

أما الآن فلنعد إلى «تطور الغلاف الجوي» . كان مؤثر يوري اذن هو الذي أوقف تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية على سطح الأرض . ابتداء من هذه اللحظة أصبحت الجزئيات الأكبر المشككة في الماء ، وقبل تفككها ثانية ، في مأمن . أي أن مرحلة العملية الدورية المستمرة من التشكل والتفكك كانت قد انقضت . كيف سارت الأمور بعدئذ ؟

كانت الخطوة التالية ، التي نتجت ببساطة عن الوضع الحالي بناء على خصائص «المواد الأولية» المتوفرة ورددود فعلها تبعاً للقوانين الطبيعية ، مذهلة تنحسب لها الانفاس لدرجة انها تجهزنا على اتخاذ موقف فلسفي منها يتجاوز مسألة الفهم العلمي .

حاول علما الفيزياء الجيولوجية لويد بيركنر ولاورستون مارشال من جامعة دالاس ، تكساس ، قبل عدة سنوات ترجمة آلية مؤثر يوري إلى أرقام ملموسة ومحددة . كان يوري نفسه قد اكتفى بالبرهنة على أنه وبناء على الشروط القائمة يجب ان تحصل حتماً آلية كابحة من التأثير المعاكس . كان واضحاً أيضاً بالنسبة ليوري وزملائه ان كمية الأوكسجين في الغلاف الجوي قد استقرت على مقدار محدد بدقة بواسطة

آلية التعبير الذاتي . غير أن مقدار هذا المقدار ، أي تحديده برقم وينسبة ، لم يكن معروفاً وبدت معرفته لهم على أنها ليست ذات أهمية حاسمة .

كان بيركر ومارشال هما أول من تنطع لمهمة حساب هذا المقدار المعقد بمساعدة الحواسيب الالكترونية . حتى هما أنفسهما لم يتوقعا ولم يبتغيا من معرفة هذا الرقم أية نتائج مثيرة . كانا يريدان معرفته وحسب . لكن هذين العالمين أصبحا بعدئذ مؤسسي نظرية تطور الغلاف الجوي بالشكل الذي منعه هنا والذي أصبح اليوم معتمداً من أغلب العلماء وقد قدم هذا الرقم مساعدة كبيرة لتطوير هذه النظرية الشاملة . لقد شكل نقطة انطلاق مثينة للتأملات اللاحقة وكان ذا أهمية عظمى لتدقيق وفحص التماسك الداخلي للمبنى الفكري بكامله .

بينت الحسابات أن مؤثر يوري قد ثبت تركيز الاوكسجين في الغلاف الجوي الأول عند النسبة ١٠١ . بالمائة ، أي واحد على ألف مما هو عليه اليوم . أن تكون هذه النسبة صغيرة كل هذا المقدار ، لم يدعش أحداً ، لأن تفكك الماء بالضوء ليس مصدراً غزيراً للاوكسجين . علاوة على ذلك فإن الاوكسجين يعمل كصفحة فعالة للأشعة فوق البنفسجية بحيث يكتفي تركيز ضعيف له في الجو لوقف عملية انتاجه . كما أن الرقم يحد ذاته لم يبد في البداية ذا شأن كبير . لكن المفاجأة حصلت عندما بدأ الملائك بمساعدة هذا الرقم بحساب البروفيل الموجي للمصفاة الجوية الحاصلة أي بحساب المجالات فوق البنفسجية التي لا تسمح لها هذه المصفاة بالنفاذ .

يقصد بذلك ما يلي : إن الضوء فوق البنفسجي لا يتكون من طول موجي وحيد بل من عدة أطوال تشكل شريطاً كاملاً عريضاً نسبياً من الذبذبات . يقاس طول الموجة الضوئية علمياً بوحدة قياس تسمى آنفستروم . يعادل آنفستروم واحد 10^{-10} مليون من المليمتر . لا يشكل المجال المرئي من الضوء في كامل الحقل الطيفي للأشعة الكهرومغناطيسية سوى مجال ضيق جداً نسبياً . إننا لا نرى سوى الذبذبات الكهرومغناطيسية التي لا يقل طولها عن ٤٠٠٠ آنفستروم (هذا الطول الموجي نراه بنفسجياً) . أما أطول الموجات التي تتحسسها أعيننا فلا تصل الى ضعف ذلك ، تبلغ حوالي ٧٠٠٠ آنفستروم ونراها حمراء داكنة .

يبدأ الضوء فوق البنفسجي القصير الموجة والغني بالطاقة والذي لا نراه أعيننا مباشرة بعد الذبذبات التي نراها بنفسجية (ومن هنا جاء الاسم)* ويمتد من هنا عبر شريط عريض حتى الطول الذي يبلغ ١٠٠ آنفستروم فقط . تأتي بعد ذلك أشعة رونتجن ذات الموجات الأقصر .

* لقد استخدمنا في ترجمتنا كلمة «فوق» البنفسجية وهي التسمية الشائعة في اللغة العربية . كما نسمى في اللغة العربية الأشعة التي يزيد طول موجتها عن ٧٠٠٠ آنفستروم وتحت الحمراء . كما هو واضح كلا التسميتين غير موفق أو لنقل مقلوب ، والأصح هو أن نقول تحت البنفسجية وفوق الحمراء ، أو نقول كما يقول الأوروبيون وخلف أو بعده البنفسجية وخلف أو بعده الحمراء إذ أنهم يستعملون كلمة «ولتر» اللاتينية وهي تعني «خلف» أو «بعد» أو «على الجانب الآخر من» .

المترجم

إن الضوء فوق البنفسجي هو إذن ليس شكلاً واحداً متجانساً من أشكال الطاقة . يستطيع النحل مثلاً تمييز هذه المجالات المختلفة . لذلك يجب أن نفترض أن هذه الحيوانات تستطيع إدراك اختلاف الذبذبات المختلفة الواقعة في الحقل الطيفي فوق البنفسجي بطريقة تطابق ادراكنا للألوان . غير أن للضوء فوق البنفسجي ذي الذبذبات المختلفة تأثيرات مختلفة على الجزئيات المختلفة . تتحرض مثلاً عملية تفكك الماء بالضوء بأشعة فوق بنفسجية ذات طول مختلف تماماً عن تلك التي تفكك جزيئات البروتين أو أية رابطة كيميائية معينة أخرى . بتعبير آخر ، تتعلق النتائج الكيميائية المترتبة على تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية بطول الموجة المسيطرة (أي التي كميتها أكبر) في الحزمات الاشعاعية المعنية . على هذا الأساس يتضح فوراً لماذا اهتم بيركنر ومارشال كل هذا الاهتمام لايجاد المدى الذي حجب فيه الغلاف الجوي ، التأثير بمفعول مؤثر يوري ، الضوء فوق البنفسجي القادم من الشمس بمختلف مجالاته الموجية (هذا هو ما يعنيه «البروفيل الموجوي» لمصفاة ما) ، لأنها عندما يعرفان ذلك يتقدمان فوراً خطوة حاسمة في بناء نظريتهما . سيكونان قد عرفا عندئذ أية جزيئات من تلك التي تجمعت في البحار الأولى وفي الجو قد تهددت أكثر من الموجات فوق البنفسجية التي كانت لم تزل تتمكن من النفاذ وإن كان بكميات جد قليلة . كما أن الحالة المعاكسة لا تقل أهمية وهي التعرف على الموجات فوق البنفسجية التي سُحبت أكثر من غيرها لأن هذا سيؤدي فوراً الى معرفة الروابط الكيميائية التي كان لها ضمن الشروط السائدة في هذه المرحلة أفضل الفرص لـ «التكاثر» ، أي للاختناز كيميائياً لسبب بسيط هو انها حصلت على حماية أكثر فعالية .

نستطيع أن نعتقد لاحقاً أن دقائق قلبي الباحثين الأمريكين قد تسارعت عندما قذف لها حاسبها أخيراً بالنتيجة . أشارت النتيجة الى أن نسبة الاوكسجين المنتج الزامياً وآلياً بمفعول مؤثر يوري بلغت في الجو ١٠٠ بالمائة عما هي عليه اليوم وانها شكلت مع الشروط الجوية الأخرى السائدة آنذاك مصفاة للأشعة فوق البنفسجية تؤمن أقوى وأفضل حماية ضد الموجات الموجودة في المجال بين ٢٦٠٠ و ٢٨٠٠ أنغستروم . بذلك لم يعد هذا المقدار لا محدوداً . إنها أرقام يعرفها أي متخصص في الكيمياء العضوية أو الحيوية . إنه بالضبط المجال الذي تكون فيه : البروتينات والحموض النووية (التي تخزن في نواة الخلية مخطط بناء الكائن الحي ، «الشيفرة الوراثية») على أكبر قدر من التحسس بالأشعة .

علينا أن نبين أولاً ماذا يعني ذلك . تقع النقطة من تاريخ الأرض التي وصلنا إليها الآن ما ينوف عن مليار سنة بعد تشكل الأرض وتماسكها بشكل قريب من شكلها الحالي . تكونت الأرض من مواد جاءت من أعماق الكون . كانت هذه المواد عبارة عن خليطة من الروابط اللاعضوية البسيطة التي كانت تخترق بدورها جميع العناصر الموجودة اليوم على سطح الأرض . كانت هذه العناصر نفسها قد انبثقت بدورها عن العنصر البدئي ، الهيدروجين ، أول وأخف العناصر . إننا ننسب اليه دور المادة البدئية لأنه كان ، حسب كل معارفنا الحالية ، العنصر الأول والوحيد الذي انطلق عن البدء ، عن الانفجار الكوني الأول . لقد بدأ كل شيء بالهيدروجين ، بغيمة هائلة من الهيدروجين ، الذي تجمع بتأثير ثقله في نجوم الجيل الأول . في مركز شمس هذا الجيل الأول من النجوم الذي اندثر منذ زمن طويل نشأت خطوة

خطوة خلال أحقاب زمنية طويلة جميع العناصر الأثقل عن طريق الاتحاد الذري لنوى الذرات الأخف . جاءت بعد ذلك الكوارث العظمى حيث تحطم فيها جزء من النجوم القديمة في انفجارات جديدة هائلة مما أدى الى تطاير هذه العناصر على هيئة غبار ناعم في أرجاء الفضاء الخالي .

مرت بعد الانفجار الكوني الاول (البينغ بانغ) عشرة مليارات سنة حتى تشكلت أخيراً من هذا الغبار شمستا مع كواكبها بما في ذلك أرضنا التي وصلنا على سطحها الى درجة من التطور تعطينا القدرة على عصر أدمغتنا لتكوين الأفكار عما حصل ولز رؤوسنا تعجباً من كل ما حصل . بعد نشوء الأرض أصبحت فوراً شروط التطور اللاحق أكثر تخصصاً وأقل اتساعاً . أصبح لدينا الآن جرم سماوي ذو كتلة محددة حصل بواسطتها على جاذبية معينة ضغطت الغلاف الغازي المحيط بسطح الأرض الى بعضه البعض بضغط محدد تماماً . كما أن بعده الثابت عن الشمس وحقل الشمس الكهرومغناطيسي وحجمها وإنتاجها للطاقة ، كل ذلك أدى الى شروط اشعاعية وحرارية شديدة الخصوصية على الكوكب الجديد . كان التركيب الكيميائي للغلاف الجوي ، الذي نفخته براكين قشرتها للتربة ، حاسماً أيضاً : مقادير معينة من بخار الماء ومقادير معينة من غاز الفحم وكميات محددة من الميثان ومن الأمونياك .

جميع هذه المقادير كانت ثابتة . كانت نتائج حتمية للتاريخ الطويل الذي كان قد مر حتى ذلك الوقت . كان عدد كبير من الصدف التي لا نستطيع حصرها الآن هو الذي حدد في تلك اللحظة لكل غاز من هذه الغازات المقدار الذي هو عليه وليس مقداراً آخر . كل هذا حصل ذاتياً لا يوجهه أي موجه سوى القوانين الطبيعية والخواص الفيزيائية والكيميائية الناتجة عن التركيب الذي للمواد المشاركة .

والآن قامت جميع هذه السلاسل المتداخلة من الحوادث ، التي صنعتها المادة الميتة اللاواعية بتوجيه من الصدفة وقوانين الطبيعة ، بإدخال مؤثر يوري في الغلاف الجوي البدئي للأرض . وهكذا حصل فجأة أن جميع هذه الشروط الكثيرة والصدف والمؤثرات قد تضافرت لتعطي الرقم : ١ . بالمثلثة من الاوكسجين (بالمقارنة مع نسبته الحالية) لا أكثر ولا أقل . إنه رقم يعني ، بالتضافر مع تأثيرات مميزة ومفضلة لدى أهم قطعتي بناء الحياة اللاحقة وهما : البروتين (الأحين) والحموض النووية . من المهم أن لا ننسى أن هذين الحجرين ، أو المركبين البيولوجيين ، اللذين لا غنى للحياة عنهما ، لم يكونا قد وجدنا بعد على الإطلاق في هذه اللحظة من تاريخ الأرض . لم تكن حتى أسلافها قد وُجدت بعد .

لا نستطيع أن نفهم المرحلة الموصوفة هنا من تاريخ التطور بمعناها الكامل على الإطلاق إلا إذا وضعنا أمام أعيننا أن هذين المركبين العضويين ، البروتين والحموض النووية ، لم يكن لهما حتى هذه اللحظة أدنى فرصة للتشكل بكميات كافية . إن تركيبها معقد وبنيتها متميزة لدرجة أن تشكلها بالصدفة ضعيف الاحتمال بقرم فلكي . إنه عملياً غير ممكن .

لدينا هنا مثال ملموس على اللامعقولة التي تواجه علماء الطبيعة باستمرار عند اجراء بحوثهم حول العمليات التي سبقت نشوء الحياة . إنه في نفس الوقت مثال لواحد من الاعتراضات النموذجية المتكررة التي يطلقها جميع أولئك الذين يرفضون سلفاً البحث عن امكانات تفسير علمي طبيعي لنشوء الحياة . لا شك أن دوافعهم مختلفة ومتعددة . غير أن أغلبها ناتج عن حكم مسبق ، سببه تقليد قديم ، يقول ان

امكانية ايجاد تفسير علمي سببي للحياة والانسان تتعارض تماماً مع فكرة «الروح» بالمعنى الديني وفوق ذلك أيضاً مع امكانية وجود الإله وبالتالي مع مفهوم التلدين .

إنه لغريب أن يوجد كثير من الناس الذين يرفضون ، انطلاقاً من هذا الخوف اللاواعي (يذكرون غالباً أسباباً أخرى للتغطية) ، التعامل مع الحقائق والأفكار التي لا تناسبهم متهمينها سلفاً وبعراً على أنها «عديمة الروح» أو أنها «غير صالحة» أو أنها تتطوي على «نزعات مادية» أو ما شابه . لقد استطعت في عدد لا حصر له من المناسبات أن أتأكد أن الناس الذين رفضوا مثلاً الداروينية متلرعين بالحجج المذكورة أعلاه لم يكونوا يعرفون ما فيه الكفاية عن الشيء الذي يهاجمونه لكي يتمكنوا من إطلاق حكم خاص عليه . كان يتبين في كل حالة من الحالات أنهم يتمسكون بحكم مسبق ثم يكررونه دون أن يقدموا تعليلاً خاصاً بهم .

مهما كانت التخوفات المشار إليها مشروعة ومفهومة فإن رد الفعل يبقى غريباً . إننا لا نستطيع إلا أن نبدي استغرابنا من أن هؤلاء الناس لا يطرحون على أنفسهم السؤال عما يمكن أن تكون قيمة السر أو «الاعجوبة» التي لا تبقى أعجوبة إلا بمقدار ما يرفضون محاولة تفهم أو فهم تفسيرها الطبيعي . كما أن ما يثير عجباً أكبر هو البداة التي يبدأ معها كثير من الناس بالنظر الى الظاهرة الطبيعية التي نجح العلم في تفسيرها على أنها لم تعد تدعو الى الاندهاش أو التعجب .

أليس وحده هذا المزيج المائل من العلاقات المتبادلة والمتشابكة وهذا العدد اللا حصر له من الظواهر الطبيعية ، التي ما كنا ، لولا الجهود المضنية لعلماؤنا على مدى مئات السنين ، قد عرفنا عنها شيئاً حتى اليوم ، مصدراً دائماً للاندهاش والتعجب ؟ المقاييس الماثلة للكون وقوانين نشوء وتطور النجوم ، بنية الذرة والعلاقة الغامضة بين المادة والطاقة ، العمليات الجارية في نواة الخلية حيث يخزن مخطط بناء الكائن الحي ، العمليات الكهربائية التي تجري في أدمغتنا - كل هذه وغيرها من الأمثلة - التي لا تنضب عن الظواهر الطبيعية التي تدعو الى التعجب ، أصبحت معروفة لدينا كنتيجة ويفضل البحوث العلمية .

بنفس الحدة يتهافت هؤلاء الخصوم الايديولوجيون لعلوم الطبيعة على كل حجة تبدو على أنها تبرهن على أن ظاهرة ما غير قابلة للتفسير علمياً . إن عدم امكانية نشوء البنى الحية بمحض الصدفة أصبح اليوم عند المستوى الحالي للمعلوم حيوياً وعبئاً . حقيقة لا يمكن تفسير نشوء جزيرة واحدة من جزرئات البروتين ، بكل ما لها من وظائف بيولوجية ومن تركيب شديد التخصص والتميز ، عن طريق التقاء الذرات المنفردة الكثيرة التي تتألف منها صدفة ، وأن تلتقي فوق ذلك جميعها صدفة بالتسلسل الصحيح وباللحظة الصحيحة وفي الموقع الصحيح وبالواصفات الكهربائية والميكانيكية الصحيحة .

لكن ، كما سبق ورأينا ، ألقى العدد الكبير للصدف في آخر المطاف التأثير المتتابع الأعمى للصدفة عند نقطة معينة . على الرغم من عدم كمال ووقية المستوى الحالي لفهمنا العلمي حول مسيرة التاريخ ، الذي أحاول سرده هنا ، نكتشف عند هذه النقطة من تاريخ التطور توكيماً يعطينا بسرعة البرق فكرة عن الكيفية التي حلت بها الطبيعة ، التناقض الكبير القائم على التوفيق بين الصدفة والتطور : بالطريقة التي

وصفناها سابقاً نشأت على سطح الأرض قبل حوالي 4 مليارات سنة حالة هيات الظروف بطريقة متحازة لنشوء، تحديداً ، أهم مركبي الحياة وحرضت بذلك تكاثرهما على سطح الأرض .

ماذا يتوجب علينا أن نستخلص من هذه النتيجة المفاجئة لتطور الأحداث السابقة ؟ ما هو تفسيرها ؟ إنني أعتقد أنه يوجد مبدئياً ثلاثة امكانات مختلفة للتفسير لا تتعارض مع ما خبرناه علمياً حتى الآن عن هذا العالم . يبقى الباب مفتوحاً أمام كل شخص لأن يؤيد هذا التفسير أو ذاك حسب ما يراه معقولاً . سأعرض الامكانات الثلاثة تباعاً باختصار وسأحاول أن أكون موضوعياً قدر الامكان غير أنني أود أن أشير منذ الآن الى انني شخصياً أفضل أحدها وسأعلل ذلك بعد الانتهاء من العرض .

تكمُن الامكانية الاولى في الاكتفاء باعتبار أن كل ما حصل حتى الآن قد حصل بمحض الصدفة . مهما كان مركب العلاقات ، الذي أدى الى نشوء البروتين والحموض النووية ، غير محتمل الحصول صدفة فإن الكون هائل الكبر للدرجة انه لا يمكن نفي هذه الامكانية ببرهان قاطع . إن عدد الكواكب في الفضاء الكوني كبير للدرجة أن هذه الصدفة يمكن أن تكون قد حصلت مرة واحدة في مكان ما من الكون خلال مليارات السنين من عمره . مهما كانت الاحتمالات الاحصائية ضد هذه الفرضية فإن حدثاً وحيداً لا يمكن نفيه مبدئياً عن طريق الاحصاء .

إذا كانت الأمور كذلك تصبح النتائج واضحة . في هذه الحالة تكون الأرض بالتأكيد (باحتمال قريب من المؤكد) الجرم السماوي الوحيد المأهول ضمن كل مليارات المجرات ، بما في كل منها من مئات المليارات من الشمس ، الموجودة في الكون ، لأن نشوء البروتين والحموض النووية بالصدفة سيكون ضعيف الاحتمال للدرجة يصعب معها تكراره مرة ثانية في كامل الكون مهما كان كبيراً . هذا الاستنتاج يتبناه العلماء أحياناً . قد يدفعنا هذا التصور الى الشعور بالوحدة والعزلة في أعماق الكون الهائلة والى الإحساس بالقشعريرة والخوف ، لكن هذا لن يكون اعتراضاً ذا قيمة لأن الطبيعة لا تسير وفق رغباتنا .

أما التفسير الثاني فيكمُن في أن تاريخ نشوء الأرض بجميع جزئياته قد سار بالتحديد في الطريق ، الذي أدى بالضرورة الى نشوء المركبات المعقدة اللازمة لتشكل العضوية الحية ، بتأثير تدخل مباشر لقوة فوق طبيعية . نستطيع في مجال هذا التفسير ان ننطلق من أن التحضير للمعيش للشرط السائدة على سطح الأرض ، والذي جعلها تلي جميع احتياجات الحياة الناتجة لاحقاً ، قد حصل لأن خالقاً قديراً يقف خارج الطبيعة كان يريد منذ البدء أن تنشأ الحياة على الأرض . ما من أحد ، وحتى ولا أي عالم ، يستطيع أن ينفي أن للإله القدرة على توجيه التطور في المجرى الذي يناسب إرادته .

مهما كان هذان التفسيران مختلفين فإنهما رغم ذلك ينطلقان من قاعدة مشتركة . كلاهما ينطلق من الافتراض أن المركبات ، التي هي مؤثر يوري ونتائج نشوءها ضمن الشروط السائدة على الأرض الاولى ، هي قطع البناء الوحيدة التي تكنت الحياة بمساعدتها لاحقاً من تثبيت أقدامها على الأرض . إن المشكلة ، أي كامل لا معقولة نقطة انعطاف تاريخ الأرض ، التي نتحدث عنها هنا ، قد حصلت لسبب واحد وحيد هو أننا قد افترضنا حتى الآن ان الحياة بدون المركبين الأساسيين ، البروتين والحموض

النوعية ، غير ممكنة . لهذا السبب فقط يصبح بالنسبة لنا مذهباً أن التطور بكل ما فيه من امكانات واحتمالات قد سلك بالتحديد وبالضبط الطريق الذي أدى الى نشوء هذين المركبين وليس الى نشوء غيرها من الامكانات والاحتمالات اللاحدة من التركيبات الذرية الأخرى .

غير أن الحياة التي لا يتألف تركيبها من البروتين والتي لا تستخدم في تكاثرها روابط الحموض النووية ، التي تنقل خطط بناء البنية الحية عبر الأجيال ، غير معروفة بالنسبة لنا ولا نستطيع تصورها . لكن ما هي أهمية هذا الاعتراض ؟ ألا يصلح مثلاً مدرسياً لتفسير الحالة بطريقة مغرورة وذاتية ؟ في اللحظة التي نجيب فيها على هذا السؤال الأخير بنعم يتضح لنا أنه يوجد تفسير ثالث .

قد لا تكون الحالة المتميزة من تاريخ الأرض ، التي نتجت عن مؤثر يوري ، غير محتملة وصادفة ، بل القدر الذي افترضناه حتى الآن ؟ في اللحظة التي نتحرر فيها من نظرتنا الأحادية البنية على مركزية الانسان تتلاشى جميع المشاكل والتناقضات . في اللحظة التي نتخلص فيها من موقفنا «الأرضي» ، الذي يعلمنا أن الحياة ليست ممكنة إلا عندما تتوفر البروتينات والحموض النووية كمواد أولية لا غنى عنها ، تفتح عقولنا فجأة على تفسير بسيط جداً ترتب عليه نتائج بالغة الأهمية .

لا نحتاج في هذا التفسير لا الى تدخل فوق طبيعي «موجه» ولا الى افتراض الصدفة غير المرضي الذي وإن كان نقضه ببرهان قاطع غير ممكن فإن احتماله يكاد يكون معدوماً . يقوم هذا التفسير على الافتراض بكل بساطة أن كل شيء ، بما في ذلك هذه الحالة ، قد حصل بالطريق الطبيعي : عندما مكّن التطور على الأرض قبل 4 مليارات سنة من نشوء حالة هيات أفضل الشروط المناسبة لتشكيل البروتينات والحموض النووية ، نشأ هذان المركبان في مجرى التطور اللاحق بكميات كبيرة . وعندما تطورت الحياة على الأرض في وقت لاحق فقد اعتمدت على هذين المركبين لسبب وحيد هو أنها كانت النوعين الوحيديين من الجزيئات المعقدة ، وبالتالي القادرة على التحول ، والمتوفرة بكميات كافية .

بناء على ذلك يزول كل ما يبدو متناقضاً أو غير قابل للتفسير فور ما وضعنا افتراضاً اضافياً واحداً بأن الحياة كانت ستتخذ أيضاً نفس الخطوات التطورية مع سلسلة كاملة من الجزيئات الأخرى (المعقدة بما فيه الكفاية والقادرة على التحول) . صحيح أن هذا الافتراض يخرج عما تعودت عليه تصوراتنا لكنه أكثر معقولة وأقل قسرية من الافتراضين اللذين اضطررنا الى وضعهما في التفسيرين الآخرين .

عندما ننظر الى المشكلة من هذا الجانب تزول ضرورة البحث عن تفسير لماذا سار التطور على سطح الأرض الأولى في المسار الذي أدى بالضبط الى نشوء مركبي الحياة الأساسيين ، البروتين والحموض النووية ، اللذين «لا غنى عنهما» . لقد سبق وأوضحنا كيف أنتجت عملية التطور هذين المركبين ولم يكن في ما شرعناه شيء من الغموض أو التناقض . غير أن الحياة استخدمت في بنائها هذين المركبين لأن ما عداهما لم يكن متوفراً .

تظهر النتيجة الهامة لهذا التفسير المرضي والمفهوم عندما نعكس الاستنتاج الذي توصلنا اليه . إنها تقول ، ان الأرض لم تكنس بالحياة لأنها الموقع الوحيد في الفضاء الكوني الذي توفرت فيه ، كنتاجية

لسلسلة من الصدف غير المحتملة ، شروط فريدة شديدة الخصوصية مشكلة بذلك «وسطاً صالحاً للحياة» . بل إن الحياة وجدت على الأرض لأن لظاهرة «الحياة» قدرة شمولية على التحقق بحيث أن التطور البيولوجي استطاع أن يسير في مجراه ضمن الظروف المتطرفة والفريدة التي كانت سائدة على الأرض حيث كان يتوفر كقاعدة للانطلاق جزئيان مناسبان هما البروتين والحموض النووية .

قبل أن أترك هذه النقطة نهائياً يتوجب عليّ أن أعلل لماذا يعتبر التفسير الثالث من وجهة نظر عالم الطبيعة أكثر معقولة وأكثر قبولاً من التفسير الثاني . كنتيجة لانحياز وأحادية مثلنا التربوية ، التي استمرت منذ قرون والتي سببتها جملة من الصدف التاريخية الروحية ، يتواجد مجتمعنا اليوم في حالة من الوعي تجعل من يتحرك في المنطقة الحدية الفاصلة بين علم الطبيعة وفلسفة الطبيعة يخشى سوء الفهم ولذلك يجدد مكان قلمي بحذر بالغ .

لهذا السبب يتوجب أن نحدد هنا ما هو بديهي : إن التفسير الثالث لا يعتبر من وجهة نظر عالم الطبيعة مفضلاً على التفسير الثاني بأي حال لأنه يتيح له إلغاء فكرة وجود إله خالق للكون . من الطبيعي أنه يوجد كثير من علماء الطبيعة الذين لا يعتقدون بوجود إله لكن سيكون من الصعب البرهنة على أن عددهم أكبر من عدد الملحدين بين علماء اللغة القدامى أو غيرهم في العلوم الأخرى .

إن التفسير الثالث مقبول علمياً لسبب بسيط هو أنه لا يحوي في كامل بنائه عوامل فوق طبيعة (ولذلك غير قابلة للبرهنة) . إن علوم الطبيعة من أساسها ما هي إلا محاولة لمعرفة المدى الذي نستطيع أن نصل إليه في فهمنا للعالم والطبيعة عندما لا ندخل في اعتبارنا سوى الأحداث والمؤثرات الملموسة والموضوعية والقابلة للقياس .

لكننا بذلك لا نكون - وحتى من وجهة نظر عالم الطبيعة - قد قلنا شيئاً عما إذا كان يوجد خلف هذه الأحداث والمؤثرات ، ربما في الواقع الكائن وراء الطبيعة ، إله يجعل الظواهر الطبيعية ممكنة ويضع القوانين التي نراها تسير بموجبها .

هناك سبب ثالث لتأييد التفسير الثالث . عندما يعتقد المرء بوجود خالق قادر على كل شيء عليه أن لا ينطلق من أن هذا الخالق مضطر إلى «التلاعب» بين وقت وآخر . بتعبير آخر : يبدو لي أن الاعتقاد بخالق مطلق القدرة لا يتفق مع الاعتقاد بأن الخليفة ناقصة للدرجة أنها تحتاج باستمرار إلى تدخل خارجي كي تتمكن من متابعة مسيرتها . ما من أحد يستطيع اليوم أن يشك في أن النجوم والأرض والذرات قد نشأت وفقاً لقوانين عاقلة من خلال عملية تطور طبيعية . ألا يتوجب أن يبدو من وجهة نظر المتدين كخالف في التصميم عندما لا تتمكن الخليفة في هذه المرحلة من تطورها من متابعة مسيرتها بدون دفعة جديدة «من الخارج» ؟ .

ثميل دائماً إلى اعتبار الطبيعة اللاحية واللاعضوية أبسط وأيسر على الفهم وأقل غموضاً من المجال العضوي الحي فيها . بالنسبة لنظرتنا الساذجة يبدو للعالم دائماً كمسرح تمثل عليه البشرية ، محاطة بكل ما على الأرض من الكائنات الحية الأخرى ، مسرحية تاريخها . من يستطيع في هذه الحالة أن يعترض على

كون المسرح أقل أهمية من الممثلين ؟ من يستطيع أن يشك في أن آلية الكواليس أبسط وأيسر على الفهم من الحياة الروحية لأولئك الذين تشكل أفعالهم موضوع المشاهد المسرحية ؟
لكن الصورة خاطئة . أنها تعبر عن حقيقة موقنة في الطبيعة بطريقة معكوسة . كلما غاص العلم إلى مسافات أبعد في أعماق الطبيعة توضح أكثر كم هو رديء التشبيه مع المسرح والممثلين . كلما ازدادت معارفنا عن الطبيعة اكتسبنا درساً جديداً أن ما نعتبره مسرحاً سلبياً لا يقل في بنيته ووظائفه تعقيداً وتنظيماً عنا أنفسنا .

إن خواص أصغر الأجزاء المادية والقوانين التي تطورت بواسطتها مشكلة كل ما في هذا الكون ، بما في ذلك أجسامنا البشرية ، لمي على نفس الدرجة من الغموض والتعقيد كتركيب الخلية الحية . ليس هذا وحسب . علينا من منظار آخر أيضاً أن نتعود على منظور جديد ، على توزيع آخر للموازين . كما سبق وذكرنا في مطلع هذا الكتاب فإن أحد دوافع تأليفه هو الرأي بأن القرارات المتعلقة بالأشكال الخصوصية لما هو حي حول كثير من الأمور التي كانت تبدو لنا على أنها مختصنا وحدنا كبشر قد اتخذت أبكر بكثير مما كنا نظنه حتى الآن . لقد كان تقديرنا لتأثير التطور ، الذي أنتج خلال مليارات السنين الحياة وأخيراً الوعي ، على ما أنتجه أدنى بكثير مما يستحق . يتوجب علينا الآن أن نتعلم بأن نرى أنفسنا كنتيجة لهذا التطور ، الذي تشكل قوانينه ومسيرته التاريخية القالب الذي طبعنا وطبع العالم الذي نعيش فيه حتى آخر الجزئيات .

لقد حصلنا لتونا على برهان لا متوقع ومقنع لهذه المقولة . إن الحكم ، الذي كونه عن نتائج مؤثر يوري في الغلاف الجوي ، يتركز بالدرجة الأولى على الحقيقة بأن الغلاف الجوي البدئي كان قد قرر ، لمئات ملايين السنين قبل نشوء الحياة الأولى ، ما هي المكونات الأساسية التي ستنشأ عنها الحياة اللاحقة . لقد اختارت الشروط الفيزيائية (التركيب الكيميائي الذي حصل عليه الغلاف الجوي كنتيجة لمنشأه البركاني والتأثير المتبادل بين عملية التفكك الضوئي وما نتج عنها من اوكسجين) المتحققة صدفة من بين كثير من الجزئيات الممكنة هذين الجزئين اللذين لا نعرف سواهما اليوم فقط لأن فرص نشوء جميع المركبات الأخرى هبطت فجأة إلى الحضيض .

سيصادفنا قريباً مثال معبر آخر لهذه العلاقات ، عندما نفكر ، في نهاية هذا الفصل ، بالمهام الأخرى التي نغذيها الغلاف الجوي . إنه للذهل كم هو كبير عدد الوظائف التي حلها هذا الغلاف الغازي الشفاف المحيط بكوننا . إن ما قام به قياساً إلى بساطة تركيبه وخواصه الفيزيائية تجاوز ما قام به أي جزء آخر من أجزاء علمنا .

لولا الغلاف الجوي لما كانت الأرض صالحة للحياة بالنسبة لنا ، ليس فقط لأنه يجعل عملية تبادل الاوكسجين وغاز الفحم ممكنة ، بينما وبين جميع أفراد المملكة الحيوانية من جهة وبين النباتات من جهة أخرى . تمند هذه الدورة بالاوكسجين كمصدر للطاقة التي نحتاجها نحن وجميع أشكال الحياة الحيوانية الموجودة اليوم على الأرض لاستمرار عملية التمثل العضوي . إن الأرض بدون غلاف جوي ستكون غير صالحة للحياة بالشكل الذي نعرفه بجملة من الأسباب الأخرى .

سبق وشرحنا تفصيلاً أهمية الغلاف الجوي كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية . لقد بينت البحوث المتعلقة بتركيب الأشعة الشمسية ، والتي أصبحت منذ بضع سنين ممكنة بواسطة مسابر عمولة إلى خارج الغلاف الجوي ، أن الطاقة التي تشعها الشمس في مجال الذبذبات فوق البنفسجية تكفي لإفناء كل ما على الأرض من حياة . بدون المصفاة الجوية الاوكسجينية مستمكن الشمس من تعقيم سطح الأرض بنفس الفعالية التي نستطيع بها تعقيم غرفة العمليات بتسليط أشعة فوق بنفسجية قوية عليها .

توضح الصور التي أرسلتها لنا الأقمار الصناعية عن سطح المريخ الأهمية الفائقة لغلاف جوي كثيف بما فيه الكفاية للحياة من إصابات النيازك والشهب . يعتقد الفلكيون اليوم أن جميع كواكب مجموعتنا الشمسية ، التي لها حجم وكثافة أرضنا والتي لا تملك غلافاً جوياً ، قد تعرضت بنفس الطريقة إلى إصابات نيزكية . ينطبق هذا بالإضافة إلى القمر والمريخ على عطارد وأفلوطين وعلى الأرجح على أغلب الأقمار السبعة والعشرين التابعة للكواكب الكبيرة ، المشتري وزحل وأورانوس ونبتون . يشكل الغلاف الجوي الأرضي رغم طبيعته الهوائية ترساً واقياً أيضاً ضد الشظايا النيزكية حيث أن هذه الطلقات الكونية نظراً لسرعتها العالية تسخن بسبب احتكاكها مع الهواء إلى درجة أنها تلتهب وتتحطم ، فيما عدا بعض الحالات الاستثنائية ، قبل وصولها إلى الأرض .

علامة على ذلك فإن الغلاف الجوي هو (بالإضافة إلى البحار) محطة تكييف شديدة الفعالية . إنه يعمل كمستودع حراري هائل يخزن قسماً كبيراً من الحرارة التي تشعها الشمس نهاراً لتكون عوئناً خلال الليل المظلم . لولا هذه العملية لكانت الفروق الحرارية على سطح الأرض بين الليل والنهار هائلة كذلك التي على القمر . لكن الغلاف الجوي يقوم أيضاً بنقل الحرارة إلى الأرض من مكان إلى آخر ، إذ تعمل التيارات الحرارية أو «الرياح» الجارية فيه باستمرار على تأمين توازن بين المناطق المختلفة ذات التفاوت الحراري الكبير . تقوم هذه التيارات الحرارية فوق ذلك بنقل كميات هائلة من المياه المتبخرة بتأثير الأشعة الشمسية من المحيطات والمناطق الرطبة إلى مسافات بعيدة ثم تدعها تسقط هناك . لولا الغلاف الجوي لما وجد المطر ولما وجد الطقس على الإطلاق .

ولكن الرياح والأمطار هي بدورها أهم مسببات الحت والتعرية . من منظور الحياة اليومية لا نرى في العواصف المطرية سوى عملية تفسخ لا بد منها على الرغم من أنها لا تجلب سوى الضرر . غير أنه لولا العمل المتواصل منذ ملايين السنين الذي تنتجه عوامل الحت والتعرية على سطح الأرض لما زال هذا السطح حتى اليوم كما كان في لحظة تيرده قبل ٤ - ٥ مليار سنة عارياً تغطيه الصخور البركانية ، ما عدا طبقاته العليا التي كانت قد تحولت إلى غبار ناعم ، كما هو الحال على سطح القمر ، بتأثير وجه المستعر بالقنابل الكونية الصغيرة (النيازك وغيرها) . أما التراب والرمل والطين وجميع أنواع التربة الأخرى ، التي جعلت الأرض خصبة وقادرة على حمل الحياة ، فهي من نتاج الريح والمطر اللذين هما بدورها نتيجة للغلاف الجوي وخواصه الديناميكية .

عندما نعدد إذن هذه الطريقة كل ما يسهم الغلاف الجوي بتأمينه لنا من أمور أصبحت جزءاً من حياتنا اليومية المعتمدة نحصل على قائمة معبرة وطويلة . نود أن نختم هذه القائمة بمسألة من نوع مختلف

تماماً لها علاقة أكثر التصاقاً بحياتنا اليومية الاعتيادية . لكننا نحتاج لهذا الغرض الى التوسع قليلاً والالتفاف على الموضوع ، لأن ما اعتدنا عليه من خلال خبراتنا اليومية العادية لا تظهر لنا خصائصه المتميزة إلا عندما ننظر اليه من زاوية لم نمتد عليها . يتعلق الأمر هنا بمسألة متفاجيء أغلب القراء وهي أن الغلاف الجوي بتركيبه المتميز يحدد أيضاً معايير إحساساتنا الجمالية .

سنشرح سبب ذلك بواسطة مثال حديث العهد قدمته لنا بحوث الفضاء الحديثة . أعني بذلك حقيقة أننا حتى اليوم لا نعرف لون سطح القمر .

هذا هو الواقع على الرغم من أن الأقمار الصناعية غير المأهولة التي هبطت على سطح القمر وافتنا بالصور الملونة عنه ورواد الفضاء الذين ساروا عليه وأوه بأم أعينهم . يتوجب علينا هنا أن نضيف تحفظاً بسيطاً على هذا الكلام وهو أن الرؤية بالعين بالملء الحرفي للكلمة لم تحصل على الاطلاق ، لأن الشمس تسطع على سطح قمرونا العديم الجو بقوة تجعل العين لا تتحمل النظر اليه بدون حماية .

تم حماية الرواد ضد هذه الأشعة الحادة بمصافي شمسية تركب على خوذهم . ينطبق نفس الشيء على الأفلام التي يُصور بها سطح القمر حيث يتوجب تخفيض حساسيتها بمقدار كبير . غير أن كلنا الطريقتين تؤثران بطريقة مختلفة تبعاً للأسلوب المتبع في الحماية وتبعاً لحساسية الفيلم على اللون المعكوس .

إننا لا نستطيع إذن أن نرى أو نصور القمر إلا بطريقة غير مباشرة . ينتج عن ذلك أننا لن نستطيع تحديد لونه بالضبط . إذا ما رأينا في إحدى المجلات صوراً ملونة لصخور القمر وحصل لدينا الانطباع على أنها بلون أخضر يميل الى الأزرق سنراها في مجلة أخرى تميل الى الأصفر أو الأبيض الرصاصي . وإذا ما حاولنا ، لكي نزيل كل التباس ، قراءة محاضر أقوال رواد الفضاء الذين هبطوا على سطح القمر فلن نتقدم خطوة واحدة . سنسمع أحدهم يقول يميل الى الأخضر والآخر الى الأزرق والثالث الى الأصفر على أبيض . لا نستطيع أن نعرف كم من هذه الفروق ، في الاحساس باللون في وسط غير أرضي ، يعود الى المصافي الشمسية وكم منها يعود الى الشخص ذاته الذي يتوجب عليه تحديد الألوان تحت إضاءة غريبة عليه وبدون امكان المقارنة مع ألوان المحيط المعتادة .

غير أننا حتى هذه النقطة لم نضع أصبعنا على المشكلة الحقيقية ، إذ لم نزل متأكدين ، رغم بعض الاشكالات الصغيرة الموجودة ، من أنه لا يد أن يكون لسطح القمر موضوعياً مظهر «فني» ولون «حقيقي» موضوعي . للأسباب التي شرحناها لم يزل يوجد بالنسبة لنا بعض الاختلافات . لكننا لم نزل نعتقد ان إلزالتها يجب أن تكون ممكنة مبدئياً أي يجب أن يكون تحديد لون «صحيح» لحجارة القمر ممكناً موضوعياً .

لكن كيف نستطيع تحديد أو تعريف هذا اللون «الصحيح» ؟ أي فيلم هو الصحيح وأية مصفأة هي التي تسمح للألوان بالوصول الى العين بدون تشويه ؟ عندما تفكر كحل لكل هذه المصاعب أن ننظر الى حجر من الحجارة القمرية التي جلبتها المركبات الفضائية ندرك فوراً أن المشكلة أعمق مما كنا ننصور .

من يفكر ملياً بهذه الامكانية يكتشف أيضاً أنها لا تقدم شيئاً . صحيح أننا نستطيع الآن أن نرى الحجر القمري مباشرة بدون أي حجاب واق أمام العين لكننا هنا على الأرض نراه في ضوء الشمس المصفى بواسطة الغلاف الجوي أي أننا نراه ضمن شروط تختلف تماماً عن المحيط الطبيعي للحجر على سطح القمر ، إذ أن الغلاف الجوي الأرضي يجلب موجات الضوء المختلفة الأطوال بنسب مختلفة. وهذا يعني أنه يجلب موجات كان الحجر سيعكسها لو كان تحت الشروط القمرية حيث لا يوجد غلاف جوي وكانت بالتالي ستشكل جزءاً من مظهره في وسطه الطبيعي .

أرد الآن أن اختصر الموضوع : إذا ما فكرنا بالمشكلة الى مداها الأقصى ندرك أمراً لم نكن نتوقعه على الإطلاق وهو أننا لن نعرف أبداً ما هو اللون «الفعلي» لحجر قمري . يكمن آخر سبب لهذا اللاإمكان في أن أعيننا قد تعيرت وتكيفت ، خلال مئات ملايين السنين من نشوئها ، بصورة مثل وبالتالي ضيقة مع الشروط الضوئية السائدة على سطح الأرض بشكل انها لا تعطي «صوراً صالحة» إلا ضمن الشروط الأرضية .

نستطيع أن نوضح ما يعني هذا بتجربة صغيرة نجربها بأنفسنا . إن سلّم الألوان ، الذي ما هو في الأصل سوى موجات كهرومغناطيسية مختلفة للضوء المرئي تقوم أعيننا وأدمغتنا بترجمتها ، لا يتطابق بدقة تامة لدى أي إنسان في كلتا العينين . لا نحتاج إلا أن ننظر الى ورقة بيضاء تحت ضوء كاف بالتناوب مرة بإحدى العينين ثم بالأخرى لتأكد من ذلك . إذا ما دققنا النظر سنجد أن ذات الورقة تظهر في إحدى العينين بلون (ربما آثار حمراء خفيفة) يختلف عما تظهر عليه في العين الأخرى (ربما مع آثار زرقاء خفيفة) . عندئذ سنقف عتارين أي العينين تعطي اللون «الفعلي» بصورة «صحيحة» .

أن لا يكون لهذا السؤال جواب ، يعود الى أن الألوان وعلى الأخص مفهوم اللون «الأبيض» لا وجود لها إلا في أذهاننا . أن يؤكّد لدينا مزيج جميع ألوان قوس قزح مجتمعة الانطباع «أبيض» أي أن يجعلنا نحس بالـ «لا لون» يعود الى أن أعيننا قد «قررت» في مسيرة نشوئها أن ترى الإضاءة الوسطية التي يولدها ضوء الشمس على الأرض ضمن شروط الغلاف الجوي على أنها «حيادية اللون» . يتعلق بمجمل الأمر هنا بما يشبه عملية تحديد نقطة الصفر وهذه طريقة ذات فائدة عملية فائقة من الناحية البيولوجية . إنها تعني أن فقط ما ينحرف عن هذه الإضاءة الوسطية يعتبر «لوناً» وبالتالي معلومة إضافية عن المحيط . لكن الفائدة العملية لا تتوفر إلا طالما لم تتغير شروط الوسط المحيط . عندما نكون على سطح القمر ونعرض لضوء نفس الشمس ، بدون أن يخضع لعملية التصفية التي يجرها الغلاف الجوي ذي التركيب المحدد تاريخياً ، تفقد نقطة الصفر لنظام إدراكنا البصري صلاحها .

تشير جميع هذه التأملات الى أن إحساسنا باللون مع جميع الانفعالات الشعورية والجمالية المرتبطة به يعكس بصورة غير مباشرة خصوصيات تركيب الغلاف الجوي لأرضنا . بصورة أدق يجب القول أن امكاناتنا البصرية قد صاغتها الشروط السائدة على سطح الأرض بناء على التركيب الطيفي المتميز لضوء الشمس وعلى تأثير الغلاف الجوي .

إذا ما عدنا الآن عند هذه النقطة الى الأفكار التي ناقشناها حول مظهر الحجر القمري نستطيع أن

نقدم خطوة نحو الأمام : ليس حجر القمر هو الشيء الوحيد الذي لن نستطيع أبداً معرفة لونه «الحقيقي» . إن ما تعلمناه من هذا المثال لا ينطبق على الأشياء غير الأرضية وحسب . إننا في الحقيقة لا نعرف حتى كيف هو «في الواقع» مظهرنا ذاتنا . الشيء الوحيد الذي نعرفه والذي يمكن أن نعرفه على الإطلاق هو مظهرنا تحت ضوء نجم ثابت حقله الطيفي من الطراز G_2V تقع إضاءته القصوى في المجال الأصفر من الحقل الطيفي ويمدنا بالضوء من عل بعد ١٥٠ مليون كيلومتر عبر مصفاة الغلاف الجوي . نود في الختام أن نذكر ملاحظة أخيرة حول العلاقة بين الضوء «المرئي» والغلاف الجوي للأرض . يبقى القسم الأكبر من الأمواج الضوئية التي تشعها الشمس معلقاً في الغلاف الجوي لكوكبنا ، حيث أننا لهذا السبب لم نتعرف بدقة على الأشعة الشمسية القصيرة الموجة ، أي على ما تشعه الشمس في مجال أشعة غاما وأشعة رونتجن ، إلا بعد أن وفرت لنا صناعة الصواريخ إمكانية إجراء البحوث فوق الغلاف الجوي .

غير أن الغلاف الجوي يجلب أيضاً القسم الأكبر من الأشعة الشمسية الواقعة في قسم الموجات الطويلة من الحقل الطيفي . إننا نعرف من تجاربنا اليومية أن أكثر للصافي فعالية ضد الأشعة الحرارية ، التي تجاور الضوء المرئي في الحقل الطيفي ، هي تلك التي يشكلها بخار الماء في الجو : تجذب الغيوم الحرارة القادمة من الشمس بدرجة أقوى مما تجذب «الإضاءة» القادمة من هناك . غير أنه يوجد هنا في مجال الموجات الطويلة حالة شاذة ، يوجد نافذة في الغلاف الجوي تبقى مفتوحة للأشعة الواقعة خارج المجال المرئي . تتعلق هذه الحالة الشاذة بموجات الراديو تحت القصيرة (إف إم) . تخترق هذه الموجات الغلاف الجوي بما فيه من بخار الماء بدون أية إعاقت . هذا هو السبب الذي يجعل إجراء بحوث فلكية راديوية بهذا المجال من الموجات ممكناً وبدون أي تشويش مهما كانت السماء مثليدة بالغيوم . فيما عدا هذا الشلوك الوحيد فإن الشريط الضيق للضوء «المرئي» هو الجزء الوحيد من الحقل الطيفي الشمسي الذي يستطيع اختراق الجو والوصول إلى الأرض . هذه الجملة صحيحة بما لا يقبل الجدل . إلا أنها رغم ذلك تقلب بهذه الصياغة الوضع الفعلي رأساً على عقب . في الحقيقة يتوجب علينا بداهة أن نصيغها بالطريقة المعكوسة تماماً : إن الأمر هو ليس أن هذا المقطع المرئي من الحقل الطيفي الشمسي «بالتحديد» يستطيع اختراق الغلاف الجوي . من الطبيعي أن يكون الأمر بالعكس تماماً وهو أن هذا المقطع الضيق نسبياً من مجال التذبذبات العريض للأشعة الشمسية الذي تمكن صدفة من اختراق الغلاف الجوي الأرضي هو الذي صار بالنسبة لنا ، لهذا السبب بالذات ، المجال المرئي من الحقل الطيفي أي صار «ضوءاً» .

نضع هذه الحالة أمام أعيننا مثلاً على أن «للصدف» الكثيرة التي تصادفنا في التاريخ السابق لنشوء الحياة على الأرض تفسير واحد صحيح لا يقبل المناقشة . في هذه الحالة لن يقع أي منا في خطأ التعجب من هذه الصدفة المذهلة وهي أن الغلاف الجوي قد حصل بالضبط على التركيب الذي لا يسمح تقريباً بالنفوذ إلا لضوء الشمس المرئي بالنسبة لنا . ما من أحد سيشعر هنا بحاجة إلى تفسير هذه الصدفة للاعتمالة بتأثير قوة فوق طبيعية أو بوضع فرضيات إضافية .

هنا أيضاً يصح القول أن علينا أن نبحث عن الأعجوبة حيث هي فعلاً . هنا أيضاً تكمن الأعجوبة في أن الحياة تمكنت من أن تنشأ في الشروط الخاصة التي سادت على الأرض مئات ملايين السنين قبل ظهور بذرتها الأولى .

فقط شريط ضيق جداً من كامل مجال الحقل الطيفي الشمسي يستطيع اختراق الغلاف الجوي . لهذا السبب استخلفت الحياة - بعد ملايين لا حصر لها من السنين - هذا الجزء من الأشعة الشمسية لتقدم لمخلوقاتنا معلومات بصرية عن المحيط الذي تعيش فيه تساعدنا على التعامل مع هذا المحيط . هكذا نشأت «الرؤية» .

أخيراً نستطيع لاحقاً أن نجيز لأنفسنا النظر الى هذا المثال كتأكيد إضافي الى أن التفسير الذي تبينناه في حال تأثيرات مؤثر يوري هو فعلاً الأكثر معقولية . إن من يتعجب من أن هذا المؤثر قد انحاز «بالتحديد» لصالح نشوء البروتينات والحموض النووية هو أيضاً لا يرى الأمور إلا من منظور معكوس .

القسم الثاني

نشوء الحياة

٤. هل هبطت الحياة من السماء ؟

إنها فكرة جديرة بالمناقشة ان تكون جميع الحياة الأرضية ذات منشأ سماوي . لا نعي في هذه الحالة المعنى الميتافيزيقي لنشوء الحياة على الأرض وإنما المعنى الحرفي تماماً . إن امكانية أن تكون الحياة على الأرض ذات مصدر غير أرضي يناقشها بجدية كاملة منذ عدة سنوات علماء النازا ، وكالة الفضاء الأمريكية .

يتوجب عند هذه النقطة ان نحترس من التباس آخر . بقدر ما إن ما نقصده هنا لا يتعلق بتفسير ميتافيزيقي فهو أيضاً لا يتعلق بالقصص الخيالية لبعض الروائيين الأذكاء امثال شارو ودينينكن . مهما بدت «النظرية» عن تلقح قديم بين اسلافنا الأوائل ورواد فضاء قلموا من العالم الخارجي جذابة ومثيرة فهي لا تتعدى كونها قصة متمعة لا تؤخذ هل يحمل الجدل . بغض النظر عن التناقضات البيولوجية فإن مثل هذه التخمينات لا تستطيع ان تساهم بأي مقدار في تفسير مسألة نشوء الحياة على الأرض لأنها تنطلق من وجود مسبق لكائن بشري بدني بدائي .

حصلت الفكرة القائلة بأن الحياة قد تكون جاءت من السماء أو بتعبير ادق : من أحياء الفضاء الكوني على اهتمامات جديدة نتيجة للبحوث التي اجراها علماء الأحياء الدقيقة الأمريكيون في السنين الأخيرة . أجريت البحوث بتكليف من نازا التي تعهدت بأن لا تؤدي هذه الدراسات الفضائية إلى انتقال البكتيريا أو أية أحياء دقيقة أخرى من كوكب إلى آخر .

للخطر الذي يمكن أن يحصل بسبب انتقال «بذور حية» من كوكب إلى كوكب آخر وجهان . يكمن الوجه الأول في أن المركبات أو المسابر الفضائية التي تهبط خلال رحلتها الفضائية على أحد الكواكب ، على المريخ مثلاً ، يمكن ان تجلب معها من هناك عندما تعود كائنات حية مجهرية في حال وجود اشكال حياتية مستقلة على هذا الكوكب الغريب .

ان الاحتمال بأن تسبب هذه الكائنات المجهرية أوبئة على الأرض ضعيف جداً . نستطيع بخصوص امكانية حصول عدوى لدى اشكال الحياة الأرضية من هذه «الجراثيم» غير الأرضية ان نقدم اعتراضاً مشابهاً لذلك الذي قدمناه ضد فرضية دينيكن حول التلقيح بين أعراف (أجناس) كوكبية مختلفة والتي تعتبر غير ممكنة على الاطلاق . لمجرد كون هذه الكائنات القادمة من خارج الأرض من نوع غير أرضي فإنها على الأرجح لا يمكن ان تهدد الحياة الأرضية . سوف لن نستطيع على أغلب الظن ، سواء أكانت حيوانية أو نباتية ، ان تثبت اقدامها وتتكاثر في العضوية الأرضية الغريبة عنها . غير أن هذا يعتبر شرطاً لا بد منه لانتشار الوهاب الساري .

على كل حال ان ما يعتبر مستحيلاً لدى اشكال الحياة العليا - التلقيح بين انواع مختلفة - يعتبر أيضاً غير محتمل بناتاً في حالة الأحياء الدقيقة ؛ هذا ما اختبرناه من أنواع المفيروسات الأرضية ذات القدرة المرنة والمهائلة على التكيف . ولكن مهما كانت المخاطرة ضئيلة فلا بد من النظر إليها من قبل المسؤولين بجدية تامة لأن نتائج عدوى أرضية بأحياء غير أرضية ستكون على الأرجح مخيفة .

يعود السبب في أنه لم يزل يوجد على الأرض حتى اليوم بشر وحيوانات ونباتات ، على الرغم من أن الوسط الذي تعيش فيه مليء بمسببات الأمراض المجهرية ، إلى أن جميع الكائنات الحية العليا قد طورت لنفسها منذ زمن طويل أنظمة دفاعية (القدرة على اكتساب المناعة) تستطيع بها حماية نفسها ضد جميع الاخطار المحتملة . أما اذا استطاع الفيروس غير الأرضي ان يثبت اقدامه هنا فإن اشكال الحياة الأرضية ستشكل أرضاً خصبة له وستكون قد قلعت له لقمة سائفة بدون أي دفاع . في هذه الحالة ستكون الأوبئة الكبرى في العصور الوسطى من طاعون وكوليرا مزحة خفيفة بالنسبة لما يمكن ان يحصل .

هذه الامكانية ، على الرغم من أن احتمالها معدوم تقريباً ، هي التي تجعل ، كما هو معلوم ، علماء النازا يعزلون حتى رواد الفضاء العائدين من القمر في عمار صلبة لعدة أسابيع على الرغم من انه يعتبر بحكم المستحيل سلفاً ان يوجد ميكروبات على القمر . عند اجراء الرحلات الفضائية المخططة إلى المريخ ستستخذ بالتأكيد اجراءات أشد حدة وصرامة .

أما الوجه الثاني للانتقال الجرثومي بين الكواكب والذي يشكل خطراً أكبر هو تلوث مناطق الحياة غير الأرضية بأحياء دقيقة أرضية . يعتبر الخطر أكبر لسبب بسيط هو أنه مؤكد في هذه الحالة أن الجراثيم التي يمكن ان تنقل إلى هناك موجودة فعلاً . بناء على هذه الامكانية يكمن للمجهول الوحيد في أننا لا نستطيع ان نعرف مسبقاً ما إذا كانت المواقع التي تهيئ عليها أبنائنا الصناعية تحتوي على كائنات حية أم لا . في حال وجود حياة هناك ستصبح عرضة لخطر الغزو من قبل الجراثيم التي تحملها اقمارنا الصناعية المنطلقة من الأرض .

هذه المخاطرة جسيمة أيضاً وعيها غير محتمل . من يقول أن هذا الخطر لا يمسنا وبالتالي لا يهنا يغيب عن ذهنه ان مراكز البحوث الفضائية تصرف أموالاً طائلة بحثاً عن اشكال أخرى للحياة ولن يكون في مصلحتها القضاء على هذه الحياة ، إن وجدت ، منذ أول لقاء .

غير أنه حتى عندما تتعلل البحوث بكواكب لا حياة عليها بالتأكيد يبقى تعقيم الاجهزة التي نطلقها

إليها ضرورياً . أود أن أذكر هنا بمثال الزهرة وبالأَسباب التي تؤيد أن هذه الكوكب المجاور يمكن أن يكون الآن في مرحلة جنينية من مراحل التطور . لذلك فإن إجراء بحوث عن هذا الوسط الكوكبي وقبيل الحياتي ستكون ذات أهمية فائقة للعلوم ، لأنها ستمكننا من التعرف على الشروط التي يمكن أن تؤدي إلى نشوء الحياة وتساعدنا على متابعة تطورها .

سنحصل عندئذ على فرصة فريدة يمكننا بالملاحظة المباشرة من تحديد النقاط التي انحرف عندها التطور هناك عن الاتجاه الذي سلكه هنا على سطح الأرض . سنستطيع أن نعرف لأول مرة الخطوات الحتمية التي لا بد منها للتطور والخطوات الأخرى الكيفية ، أي التي حصلت بالصدفة أو لأسباب تاريخية خاصة . هذه مسائل ذات أهمية مذهلة . عندما نجد جواباً له نحصل لأول مرة على نقطة انطلاق نستطيع منها أن نحدد إلى أي مدى تستطيع الحياة خلال تطورها أن تتحرف عن الأشكال الحياتية التي نشأت هنا على الأرض والتي هي الوحيدة التي نعرفها حتى الآن .

كل هذه الآمال المثيرة ستبخر دفعة واحدة فيما لو تمكنت بذرة حياتية واحدة ذات منشأ أرضي من الوصول إلى الزهرة . لأنه إذا كان يوجد هناك فعلاً «وسط قبل - حياتي» ، أي إذا كانت قد نشأت هناك جزيئات عضوية كبيرة ، لكن لم تنشأ بعد كائنات حية «زهروية» قادرة على التكاثُر ، عندئذ سيكون وصول كائن حي دقيق أرضي إلى الزهرة بمثابة الزرع في وسط خصب . ستجد البذرة الأرضية هناك شروطاً مثل للتغذية والتكاثر مسخرة لها وحدها دون أي منافس .

سيصبح عندئذ مؤكداً أن الحياة ستطور على سطح الزهرة وستشكل خلال مليارات السنين أشكالاً حياتية أعل . لكن نقطة الانطلاق ستكون في هذه الحالة بالتأكيد تلك البذرة الأرضية المنقولة إلى هناك بكل ما للكائن الحي الأرضي من خصائص بيولوجية متميزة . وستكون جميع أشكال الحياة الزهروية المستقبلية ليست سوى كائنات أرضية تكيفت في أشكال خاصة أرغمها عليها الوسط السائد على سطح الزهرة . سيكون هذا الوضع أيضاً بالغ الأهمية . لكنه سيجعل الاجابة على الأسئلة الأساسية الأكثر أهمية غير ممكنة حتى إشعار آخر ، إلى أن يأتي اليوم الذي قد تتمكن فيه البشرية من مغادرة هذه المجموعة الشمسية لتبحث عن الجواب على كوكب آخر تابع لشمس غريبة .

إننا نأمل أن يوجد بشر يجيئون دون تلوث سطح الزهرة ببذرة أرضية ليس للأسباب المذكورة وحسب . علينا أن نرى أيضاً في مثل هذا التلوث مشكلة أخلاقية تكمن في أننا بهذه التجارب الفضائية قد نقطع الطريق على التطور المستقبلي لكائنات حية غير أرضية في هذه المرحلة المبكرة . عندما نتذكر أن مركبتين فضائيتين أرضيتين على الأقل قد هبطتا على سطح الزهرة وسيطر علينا بعض الفلق تجاه هذه المسألة . حسب كل ما لدينا من معارف يبقى السؤال عما إذا كانت المركبة الفضائية تستطيع مغادرة الأرض نظيفة ، أي خالية من الميكروبات الحية ، قضية مشكوكاً فيها .

لقد قام الأمريكيون والسوفييتيون للأسباب المذكورة هنا بتعقيم مركباتهم الفضائية قبل الاطلاق بكل العناية الممكنة ، لا بل إن الأمريكيين قد شلحوا هذا التعقيم في الأعوام الأولى من بحثهم الفضائية لدرجة أنهم يرجعون فشل بعض محاولات الاطلاق إلى هذا السبب . على كل حال تسربت إشاعات تقول

ان الأمريكيين فشلوا في بعض محاولات الاطلاق المبكرة لأن التجهيزات الكهربائية تضررت من الحرارة العالية المستخدمة للتقديم قبيل الاطلاق . أما الآن فقد تم تجاوز هذه الأمراض الطفولية . نستطيع ان نكون متأكدين ان الاقمار الصناعية الأمريكية والروسية تكون «نظيفة» عند انطلاقها من كاب كندي ومن بايكونور . أما ان تبقى كذلك حتى وصولها إلى أهدافها فهذه مسألة أخرى .

لكي تصل إلى هناك عليها أولاً ان تعبر الغلاف الجوي الأرضي ، وهذا ، فيما يتعلق بالنظافة من الملوثات ، ليس على أفضل مايرام . لقد سبق وذكرنا التجارب البالونية والصاروخية التي نجحها نازا لدراسة الشروط السائدة هنا . بمساعدة كائنات حية دقيقة تم تصميم «أفخاخ بكتيرية» أجري بواسطتها تمشيط الطبقات العليا من الغلاف الجوي الأرضي تمشيطاً منهجياً شاملاً . كانت نتيجة رحلة الصيد هذه حتى بالنسبة للمختصين مفاجئة حيث تم العثور في جميع المجالات الجوية على مختلف الكائنات الحية وبكميات لم يكن يتصورها أي باحث مختص . على ارتفاع ١٥ كيلو متر يوجد في كل ١٠٠٠ متر مكعب من الهواء وسطياً ١٠٠ كائن حي دقيق من مختلف الأنواع . على ارتفاع ٢٥ كم من سطح الأرض لم يزل يوجد ١٥ . صحيح أن عددها الوسطي تناقص مع تزايد الارتفاع لكن التجارب برهنت على ان الغلاف الجوي لكونينا ليس نظيفاً حتى ولا على ارتفاع ٥٠ كم .

ما من أحد يعرف اليوم حجم الخطر في ان تكون إحدى المركبات الفضائية المغادرة الأرض قد «الملمت» بعضاً من هذه الأحياء خلال عبورها للغلاف الجوي . لكن حتى لو حصل ذلك فإن هذا لا يعني ان الكبسولة ذاتها ، التي تبط في نهاية المطاف على سطح الكوكب الآخر ، قد تلوثت ، لأن هذه الكبسولة تكون في مرحلة الانطلاق محاطة بغلاف واق يفصل عنها في المرحلة الصاروخية الأخيرة خارج الغلاف الهوائي الأرضي . نظراً لهذه العوامل المجهولة الكثيرة لا يستطيع أحد اليوم ان يكون متأكداً مما اذا كنا بالتقنية الفضائية الحالية في صدد تلوث المنظومة الشمسية بالبكتيريا الأرضية .

قد لا تكون هذه المسألة على الأهمية التي نسبناها إليها حتى الآن . قد يتحسب علماء النازا لمشكلة غير موجودة على الاطلاق . ان نتائج التجارب البالونية والصاروخية المذكورة اعلاه تتيح مجالاً الى الظن بأن البكتيريا الأرضية لا تعتمد على صواريخنا وأجهزتنا لكي تتمكن من الوصول إلى المريخ أو ربما إلى كوكب أبعد ، لأن هذه النتائج تدفعنا إلى التساؤل عن الطريقة التي تمكنت بواسطتها هذه البكتيريا من الوصول إلى الطبقات الجوية العليا حتى ارتفاع ٥٠ كم أو أكثر .

في البداية فكر العلماء بالانفجارات البركانية وبالتجارب الذرية . فقد تكون قوة «نفثها» الهائلة هي التي أوصلت هذه الكائنات إلى تلك الارتفاعات . لكن التجارب المتكررة فوق مختلف اصقاع الأرض أعطت نفس النتائج مما جعل هذا التفسير يفقد تماسكه ، لأن الانفجارات البركانية أو الذرية كانت يجب أن تجمع الميكروبات في مناطق معينة من الجو . لكن الحالة غير موجودة إذ أن توزيع الجراثيم متساو في جميع أنحاء الغلاف الجوي حتى طبقاته العليا . كلما توسع العلماء في تجاربهم ازداد لديهم الاقتناع بأن الجراثيم المذكورة تشكل كما يبدو جزءاً لا يتجزأ من هذه الطبقات الجوية العليا . من الواضح أن الدورات الهوائية والتيارات الجوية العادية تكفي لحمل هذه الكائنات المجهرية

الخفيفة إلى تلك الارتفاعات العالية . من الواضح أيضاً ان هذه الكائنات خفيفة للدرجة انها تستطيع ، عندما تصل إلى هناك ، ان تبقى سباحة في الفضاء لزمن طويل . وقد تكون رحلتها إلى هناك لم تنته بعد إذ من الثابت أن جزءاً ضئيلاً جداً من الغلاف الجوي الأرضي عند أقصى طبقة له يتسرب باستمرار عبر الفضاء . هنا تضيع باستمرار آثار صغيرة من الغلاف الجوي في الفراغ . لقد ذكرنا عند حديثنا عن التفكك الضوئي ان عملية الضياع هذه تنطبق أيضاً على الاوكسجين مما يؤدي إلى تشكل أوكسجين حر جديد في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي .

هكذا يبدو لنا لا مناص من الاستنتاج أن جزءاً صغيراً جداً من الجراثيم يندفع مع هذا التسرب الجوي عبر الفضاء الخارجي أيضاً . ماذا يحصل بها هناك ؟ لقد حاول في السنين الأخيرة فريق بحوث ألماني الإجابة على هذا السؤال . قام هذا الفريق ، الذي يعمل في معهد خاص «لبيولوجيا الفضاءية» في بلدة غرافشات قرب كولون ، في عام ١٩٦٨ بإطلاق مرصد علمية من شلال أفريقيا لهذا الغرض . استخدم العلماء بعض الصواريخ الفرنسية من طراز «فيرونك» بعد أن ركبوها على رؤوسها مخابر بيولوجية صغيرة . وضعوا في هذه المخابر بكتيريات وفطريات وخلايا نباتية بدائية من مختلف الأنواع وأطلقوها إلى ارتفاع ٣٥٠ كم . هناك ، بعيداً خارج آخر أطراف الغلاف الجوي ، عرضوا هذه الكائنات الحية بدون أية حماية إلى البرد والفراغ والأشعة الكونية والضوء الشمسي اللامع . كان هدف هذه التجارب المتكررة معرفة ما اذا كانت هذه الأحياء المجهرية تتحمل أيضاً هذه الظروف القاسية الموجودة خارج الأرض .

أثبتت هذه التجارب ان هذه الجراثيم أصعب مما يعتقد البعض . لم يبرأ أغلبها أي اهتمام للبرد القارس في الفضاء إذ تنخفض درجة الحرارة إلى أكثر من ناقص ١٥٠ درجة . لكن هذا لم يكن مفاجأة حيث ان التجارب المخبرية ، التي كانت قد أجريت قبل ذلك على الأرض ، أثبتت ان بعض هذه الأحياء المجهرية يتحمل درجة برودة تقترب من الصفر المطلق (ناقص ٢٧٣ درجة) . تتحول هذه الكائنات ضمن مثل هذه الشروط إلى حالة من الموت الظاهري ، حيث يبدو وكأن تمثلها العضوي قد توقف . لكنها اذا ما وُضعت بعد أيام أو أسابيع أو شهور في شروط مناسبة تبدأ مجدداً بالنمو والتكاثر .

علاوة على ذلك فقد تحملت هذه الكائنات الفراغ الفضائي بدون أية أضرار وتحملت جزئياً حتى الأشعة فوق البنفسجية الواصلة إليها من الشمس مباشرة بدون أية تصفية . غير أنه كان واضحاً أن الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات الشديدة القصر شكلت أخطر التهديدات . لكن بعضاً من هذه الجراثيم عرف كيف يقي نفسه حتى من هذا الخطر عن طريق نوع من «رد الفعل الموتي» ، ولم يتمكن العلماء بعد من كشف الخدعة المتبعة في هذه الحالة . بقيت تلك الجراثيم التي «ماتت» ظاهرياً بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على هذه الحالة حتى بعد إعادتها إلى الأرض ، لكنها بعد ما أجريت لها معالجة معينة بتسليط أشعة عليها طول موجتها ٣٨٠٠ آنفستروم عادت إلى الحياة ثانية وبدأت تتصرف وكأن شيئاً لم يكن .

تشير هذه التجارب بصورة عامة إلى أن الطبقات الجوية العليا تحتوي على أحياء مجهرية يستطيع عدد كبير منها أن يعيش في الفضاء العاري بدون أية حاية . وبما أنه من المحتمل أن أقصى الأطراف الخارجية للغلاف الجوي تدفع عدداً منها بصورة مستمرة في الفضاء الحلي فإن رحلتها اللاحقة تصبح مسألة حسابية صرفة . يمكن أن تكون البكتيريات والأحياء الدقيقة الأخرى صغيرة وخفيفة بشكل أنها عندما تصبح خارج الغلاف الجوي تستطيع أن تتابع تقدمها بتأثير ضغط ضوء الشمس . إذا ما نظرنا إلى مجموعتنا الشمسية بعيني عالم أحياء دقيقة تظهر لنا الأرض كبؤرة ملوثة تنشر العدوى باستمرار . لكن هذا الانتشار الجرثومي يتابع مسيرته ، كما ذكرنا ، بتأثير ضوء الشمس ، لذلك لا يتوزع بصورة متساوية في جميع الاتجاهات وإنما يتحرك دائماً في الاتجاه المعاكس للشمس . لهذا السبب يبقى كوكب الزهرة وكذلك عطارد ، لأنها كوكبان «داخليان» بالنسبة للأرض ، في مأمن من هذه العدوى الكونية ، وهذا سبب إضافي يدعونا إلى الإصرار على حماية سطح الزهرة من العدوى المحتملة بواسطة رحلتنا الفضائية .

أما المريخ وجميع الكواكب الأخرى فيمكن أن يصلها هذا التيار الجرثومي المنطلق من الأرض . لقد توصلت الحسابات التي أجراها علماء النازا حول الزمن اللازم نظرياً لهذه الرحلات الكونية إلى نتائج مذهلة ، إذ تبين أن سرعة انتقال هذه الجراثيم أكبر بكثير من سرعة الصواريخ التي صممها البشر حتى الآن . بينما تحتاج مركبة فضائية حديثة من طراز مارينر لقطع المسافة القريبة نسبياً بين الأرض والمريخ إلى حوالي ثمانية أشهر ، يمكن أن تقطعها هذه الجراثيم خلال أسابيع قليلة . لذلك نستطيع أن نتوقع أن تكون مجموعتنا الشمسية بكاملها ، باستثناء الزهرة وعطارد ، قد استعمرت من قبل الكائنات المجهرية الأرضية منذ زمن طويل في جميع تلك المواقع التي تكون الحياة ممكنة فيها .

لقد قام الدكتور كارل ساغان ، أحد علماء النازا ، بحساب إمكانية أخرى لانتقال الجراثيم تعتبر ذات أهمية خاصة بالنسبة للموضوع الذي نعالجه . إذا كانت هذه الكائنات الدقيقة بحجم خمسة من ألف من المليمتر أو أقل ، فإن ضغط ضوء الشمس يكفي لنقلها حتى إلى كواكب غريبة خارج مجموعتنا الشمسية . عندئذ سيرتفع الزمن اللازم للرحلة بصورة كبيرة ، بما يتناسب مع فرق المسافة بين الكواكب والمسافة بين النجوم . لن تستغرق الرحلة الآن أسابيع أو شهوراً وإنما عشرات آلاف السنين وما من أحد يستطيع أن يقول اليوم عما إذا كانت هذه الجراثيم تتحمل هذا أيضاً . لكن مهما بدا هذا غير محتمل فإن العلماء لا يعتبرونه مستحيلاً .

تعتبر هذه الامكانية بالنسبة لنا هنا ذات أهمية خاصة ، لأن هذه الرحلة الجرثومية الكونية ، في حال وجودها ، لن تسير بالطبع في اتجاه واحد . إذا كانت بذور ذات منشأ أرضي تستطيع أن تصل ، بتأثير الآلية التي تحدثنا عنها ، إلى كواكب شمس غريبة ، فإن الأرض يمكن أن تكون بدورها هدفاً نهائياً لبذور قادمة من الفضاء الكوني .

هل جاءت الحياة قبل ٣,٥ مليار سنة إلى الأرض على هذا الطريق ؟ هل احتلت الأرض في مرحلة تطورها قبيل - الحياتية من قبل أحياء كونية وحيدة الخلية وضمت البذرة الأولى لجميع الحياة اللاحقة بما في

ذلك نشوء البشر أنفسهم ؟ هل هبطت الحياة الأرضية آنذاك حرفياً من السماء ؟
على الرغم من أن هذه الفكرة ليست جديدة فقد اكتسبت مؤخراً دفعاً جديداً وبدأ بعض العلماء
مناقشتها بجدية تامة . كان أول من طورها هو العالم السويدي المشهور سفاثي آرينيوس في بداية هذا
القرن . كان آنذاك زمن ذاك الجيل من المعلمين الذين كانوا ما زالوا يعانون من الصدمة التي سببها لهم
اكتشاف العالم الفرنسي الكبير لويس باستور حول النشوء البدئي . تمكن باستور بعد بحوث طويلة مضيئة
من تقديم البرهان على أن جميع الحالات التي كان يناقشها العلماء حول امكانية نشوء كائنات حية بدائية
وحيدة الخلية من المواد الميتة الفاسدة لم تكن تعبر عن حياة جديدة بل ان كائنات حية لا ترى بالعين
المجردة تكون موجودة في الأوعية المستخدمة في التجربة قبل بدئها أو انها تدخل إليها مع الهواء أثناء
اجرائها .

ولدت هذه التجارب المثيرة الانطباع لدى العلماء بأن مسألة «النشوء البدئي» للكائنات الحية
مشكوك فيها وقد لا تكون موجودة على الإطلاق . على الجانب الآخر كانوا مقتنعين ان وجود الحياة على
الأرض ليس أزلي القدم . من أين يمكن أن تكون قد جاءت الحياة اذن ؟ على هذا الأساس اعتقد
آرينيوس أنه وجد مخرجاً من هذه الدوامة بفرضيته القائلة ان الحياة قد بدأت على الأرض الفتية بمكروبات
جاءت من الفضاء الخارجي .

لقد أصبح واضحاً منذ البحوث التي اجراها بيولوجيو النازا والفرق الألماني ان هذه الفرضية ليست
بمجرد خاترة خيالية ، اذ أن تجاربهم تقدم مؤشرات على أنها ممكنة ومقبولة من الناحية النظرية . أما أن
يكون تخمينه مطابقاً لمجرى التاريخ الفعلي فهذه مسألة أخرى . هناك عدد من الأسباب الهامة التي
تنقضه . سوف نرى لاحقاً أن الكون ، أي أن أعماق الفضاء الكوني قد شاركت فعلاً في نشوء الحياة على
الأرض ، على ما يبدو . أما أن تكون الحياة قد هبطت من السماء قبل ثلاثة أو أربعة مليارات سنة دفعة
واحدة على هيئة كائنات حية جاهزة كاملة التطور ، وإن كانت بدائية بصيغة وحيدات الخلية ، فهذا أمر
يعتبر بحكم المستحيل لأسباب مختلفة .

يجب ان نلاحظ أولاً ان نظرية هذا الكيميائي السويدي لا تحل طبعاً مشكلة النشوء البدئي بل
تدفعه إلى نقطة أبعد . اذا لم تكن الحياة قد نشأت لأول مرة على الأرض فلا بد أن تكون حسب هذه
النظرية قد نشأت بدئياً في مكان ما آخر . من الناحية المبدئية لم يحصل أي تغيير على المشكلة ذاتها حتى لو
وافقتنا على اقتراح آرينيوس بنقلها إلى كوكب بعيد تابع لشمس غير معروفة .

لكن بغض النظر تماماً عن كل ذلك فإن الافتراض بأن يكون شكل ما للحياة قد جاء آنذاك إلى
الأرض بيئة هذا النوع من البذور الكونية وشكل المنشأ الأول لكل الكائنات الحية اللاحقة يعتبر ،
استناداً إلى مجرى التطور الأرضي ، ضعيف الاحتمال . ما من أحد يستطيع أن يشك اليوم من الناحية
المبدئية بإمكانية انتقال الحياة عبر الفضاء ومن الممكن ان تكون قد نشأت على كثير من الكواكب في الفضاء
الكوني بهذه الطريقة ، أما ان تكون قد نشأت على الأرض بهذه الطريقة فلا يوجد ما يؤكد ذلك على
الاطلاق .

بذلك يصب التاريخ الذي عرضناه حتى الآن في مرحلة نشوء الحياة بطريقة تنابعية صحيحة وخالية من أية فجوة . جميع المؤشرات والآثار والحجج تؤكد مرة تلو الأخرى ان نشوء الحياة لم يبدأ بحدث ظهر فجأة وأدى بدون أية مقدمات إلى تشكل ظاهرة جديدة تماماً على سطح الأرض . ان نشوء الحياة على الأرض قد حصل من خلال عملية تطورية شديدة البطء ذات تسلسل دقيق ومنسجم وخالي من القفزات وصحيح بصورة مذهلة .

مر ما لا يقل عن مليار وربما ملياري سنة حتى تحول التطور الكيميائي إلى تطور عضوي ، أي حتى صبت عملية نشوء جزيئات أكبر وأكبر وأعقد وأعقد بسلسلة ويدون أية فجوة درجة درجة وخطوة خطوة في عملية نشوء وحدات مادية أكثر تعقيداً سميت حية لأنها كانت قادرة على التضاعف (التكاثر بالانقسام) . لقد حصل الانتقال في الواقع ببطء ويتسلسل لا فراغ ولا قفزة فيه لدرجة أنه أصبح من المحال ، على ضوء البحوث الحديثة ، إيجاد حدود ذات دلالة بين الجزء من التطور الذي يعتبر المرحلة «الآحية» والجزء المتصل به مباشرة والذي يشكل مرحلة التطور البيولوجي .

يتوجب علينا الآن أن نرى أولاً عن كتب ما حصل في هذه المرحلة بالتفصيل على سطح الأرض الفتية .



٥.. مكونات الحياة :

في ذلك الماضي السحيق كانت توجد أيضاً جميع العناصر التي نعرفها اليوم على الأرض ، غير أنها لم تكن جميعها في الحالة المنفردة للعزولة أي في الصيغة النقية ، وإنما متحدة مع بعضها مشكلة مخلتف الروابط الكيميائية . لقد سبق وذكرنا بعضاً من هذه الروابط الغازية التي كان يتألف منها الغلاف الجوي الأول : أمونياك ، ميثان ، غاز الفحم ، والماء . أضيفت الى ذلك المركبات المعدنية المتعددة التي كانت تتألف منها القشرة الأرضية ذاتها : سيليكات الألومنيوم والحديد والمنغنيز ، الكربونات المختلفة ، الروابط الأزوتية والكبريتية وغيرها ، هذا على سبيل المثال لا الحصر .

من المهم أن نضع أمام أعيننا أن هذا ليس بديهي كما صار يبدو لنا لاحقاً بحكم العادة . إننا لا نعرف لماذا تنزع المادة المنطلقة من الانفجار الكوني الأول الى الاتحاد في بنى أكثر تعقيداً مغيرة بذلك خواصها تجاه الخارج باستمرار . إنها كذلك وحسب . من الناحية النظرية ليس هناك ما ينفي الامكانية بأن لا تكون للمادة هذه القدرة . عندئذ كان أول العناصر ، الهيدروجين ، قد بقي مستقراً دون أي تغيير وكان تاريخ الكون بالتالي قد اقتصر الى الأبد على التغيرات الميكانيكية لنعيم الهيدروجين ، التي تقلل الكون بكامله ، التي لن تتعدى تجمعها بتأثير وزنه ، توجهه كما يحصل في النجوم بتأثير ضغطه الداخلي المتزايد وأخيراً انبعاثه في دورات أبدية لا نهاية لها .

علينا أن نتذكر بهذه المناسبة أن كل شيء بدأ بالهيدروجين . لكن هذا الهيدروجين كان يحتوي امكانات لا حصر لها . إن كل ما ذكرناه في هذا الكتاب حتى الآن وكل ما سنذكره حتى آخر صفحة فيه ليس هو في الأصل سوى تاريخ التغيرات والتحويلات التي بدأ الهيدروجين القيام بها بتأثير قوانين الطبيعة منذ أن أطلقه البيغ باتش في هذا العالم .

كان الزمان وكان المكان وكانت قوانين الطبيعة . إنها الحقيقة المدهشة لهذا الكون المدهش أن هذه الشروط كانت كافية لجعل الهيدروجين يخضع الى عملية تحول مستمرة نتج عنها عبر الزمان كل ما نراه

حولنا اليوم بما في ذلك وجودنا ذاته . ان أعظم وأدهش اكتشاف قام به العلم حتى الآن يكمن في هذه الجملة الرائعة المتواضعة حول شروط الانطلاق - الهيدروجين زائد الزمان زائد المكان زائد القوانين الطبيعية - كما أن أعظم وأدهش أسرار الكون هو أن يكون البدء ممكناً بهذه الشروط .

إن تاريخ الكون هو تاريخ تطور هذا الذي كان في البدء ، لذلك أصبحت علوم الطبيعة ممكنة لأن كل ما حصل منذئذ نتج عن اللعبة المتبادلة القائمة منذ بدء الزمن بين الهيدروجين وكل النواتج المتعددة لتحولاته بتأثير قوانين الطبيعة عبر الزمان وفي المكان . تستطيع علوم الطبيعة كشف هذه اللعبة المتبادلة والبدء برسم المخطط الذي سارت عليه وتصحيحه خطوة خطوة ، لأن قواعد التحرك ثابتة .

أما ماهية هذه القواعد ذاتها ، لماذا هي هكذا وليس على شكل آخر ، كيف يمكن أن يكون للذرة الهيدروجين ، التي تبدو بسيطة التركيب ، هذه الامكانيات التي تجعلها تحتوي العالم بكامله ؟ هذه أسئلة لا تستطيع العلوم الطبيعية الإجابة عليها . إنها لا تستطيع الإجابة عليها بقدر ما لا نستطيع نحن معرفة ما كنا نشعر به قبل ولادتنا . بما أن علوم الطبيعة قد أصبحت ممكنة مع وبسبب هذه القواعد لذلك لا نستطيع ان تسأل عن أسبابها ذاتها . هنا تصطدم هذه العلوم بعقبات ملموسة معطية مسبقاً لا قبل لها بتفسيرها .

بذلك تنتفي ذرة الهيدروجين والقوانين الطبيعية أن تكون موضوعاً لعلوم الطبيعة . إنها إشارة واضحة ، عندما نلظر إليها بدون أحكام مسبقة ، الى أن لعالمنا منشأ لا يمكن أن يكون فيه ذاته .

من ناحية التسلسل الزمني كانت أول نتيجة للخواص المدهشة لذرة الهيدروجين هي نشوء ما لا يقل عن ٩١ عنصراً آخر (أثقل وأعقد تركيباً) . تستطيع هنا أن نخرج من اعتبارنا العناصر الثقيلة جداً اللأمستقرة التي نشأت مرحلياً ولعمر قصير . لقد شرحت في موقع آخر كيف نشأت هذه العناصر الواحد والتسعون وساعد هذا باختصار . حصلت العملية في مركز الشمس الاولى التي نشأت من الغيوم الهيدروجينية البدئية . تشكلت العناصر الثقيلة شيئاً فشيئاً في داخل هذه الشمس ثم انتشرت ثانية في الفضاء على هيئة غبار كوني نتيجة انفجارات هائلة في الشمس ذاتها . بعد مرحلة طويلة من التطور تشكلت من هذا الغبار ، الذي كان يحتوي جميع العناصر الموجودة اليوم ، المنظومات الكوكبية ، أي شمس تدور حولها أجرام متبردة أصغر منها .

إننا نكرر هذه الأفكار مرة أخرى باختصار لأنه من المهم عند النقطة التي وصلنا إليها الآن أن نتذكر أن هذه التطورات أيضاً ليست سوى النتائج التي ترتبت على خواص الهيدروجين بصورة «طبيعية تماماً» . تعني كلمة «طبيعي» هنا أن ما حصل كان ، طبقاً لقوانين الطبيعة وتأثيرها ، يجب أن يحصل . وهذا ينطبق على مجرى التطور اللاحق حتى نشوء الأرض وينطبق على تبرد قشرتها وتوهج باطنها وعلى البراكين الناتجة عن ذلك . ترتب على هذه الخطوات بدورها وبصورة حتمية نشوء الغلاف الجوي الأرضي البدئي والمحيطات الاولى .

مهما كانت الحالة على سطح الأرض الأولى في هذه المرحلة متنوعة ومعقدة بما فيها من مياه وبابسة ، رياح ومناخ ، تعدد وتتابع الفصول بسبب الوضع المائل لمحور دوران الأرض ، تعاقب الليل والنهار ، فما من أحد سيميل الى المطالبة بتفسير «فوق طبيعي» لهذا التنظيم المدهش ، لهذه البنية للتداخل والتشابكة التي نشأت سابحة في الفضاء ، لأن كل خطوة من التطور حتى هذه المرحلة تنتج بوضوح لا لبس فيه عن الخطوة التي سبقتها بمجرد تطبيق «قواعد اللعب» ، أي قوانين الطبيعة ، عليها . عندما نفترض الوجود المسبق للهيدروجين بما له من خواص مذهلة ونضيف اليه قوانين الطبيعة يبدو كل التطور اللاحق ، بمجرد توفر الزمان والمكان بدرجة كافية ، حتمياً لا بد منه . لذلك فإن «الأعجوبة» تكمن في شروط الانطلاق ، أما التطور ذاته فهو «طبيعي» جداً .

عندما نضع أمام أعيننا هذا القدر المائل من التنظيم وهذا التعقيد الكبير للبنى والظواهر على سطح الأرض الأولى (لنتذكر مثلاً واحداً من هذه التعقيدات هو مؤثر يوري) سنكتشف الطمأنينة البالغة التي نلحظ فيها لهذا النوع من «الطبيعة» . ستبقى هذه الطمأنينة قائمة على الرغم من أن أغلب الناس يصرون بعناد على أن الخطوة التالية لا يمكن أن تحصل بالتطور «الطبيعي» . غير أن الخطوة التالية من التطور ليست سوى متابعة «التحاد وحدات أصغر» من المادة حتى الوصول الى البنى ذات الصفات التي نجعلنا نطلق عليها تسمية «حياة» .

ليس من السهل تفسير السبب الذي يجعل كثيراً من الناس يستصعبون هذه الخطوة على الرغم من أنها أيضاً امتداد حتمي لما سبقتها . هل يعود السبب في ذلك الى أن ما يحصل هنا هو ظهور شيء «جديد جذرياً» ، ألا وهو الظاهرة التي نسميها «حياة» ؟ لكن هذا الظهور الجديد ينطبق أيضاً على المستويات الأدنى ، لا بل ينطبق على كل خطوة سابقة . وإلا ، هل يستطيع أي منا أن يتصور أن الماء هو الاتحاد بين الهيدروجين والأكسجين ؟ كلاهما غاز شفاف . لكل منهما أيضاً - بسبب الخصائص المتميزة لتوزيع الكتلونات الذرات التي يتألفان منها - الميل بأن لا يبقيا منفردين وإنما ليتحدوا مع بعضهما البعض . أما الخواص الكهربائية للقشرة الذرية لكل منهما فمكونة بشكل أن كل ذرتين من الهيدروجين تتحدان مع ذرة من الأكسجين .

يحصل التفاعل بينها بشغف كبير مطلقاً حرارة . إن الاستعداد الموجود على الأخص لدى الأكسجين ليتحد بهذا الشكل مع الهيدروجين كبير الى درجة (كلاهما نشيط كيميائياً ، كما يعبر المخصصون ، الى درجة) ان التفاعل يحصل بمجرد مدهما بمقدار ضئيل نسبياً من الطاقة . إن العملية بأكملها هي ببساطة احتراق أو «تأكسد» الهيدروجين . أما الناتج ، أي الصفة الناتجة من هذا الاحتراق فهي شيء جديد تماماً ، شيء ليس له في تصوراتنا أو في ادراكاتنا الحسية أي تشابه أو أي قاسم مشترك مع العناصر التي نتج عنها . إنه «الماء» .

لنعد الآن الى الحالة الملموسة للروابط الكيميائية التي كانت موجودة في الغلاف الجوي وفي بحار

الأرض الأولى . هي أيضاً لم تكن بأي حال النواتج النهائية لعملية التطور . كانت امكانات حصول التحادات لاحقة أكثر تعقيداً ، كما سيتبين من عمليات التطور التالية ، لم تزل قائمة على أوسع مدى . كيف تابعت الأمور مسيرتها ؟

كانت أجيال من العلماء قد داخت في هذا السؤال حتى خمسينات هذا القرن . كانوا قد جربوا طرقاً كيميائية معقدة وناقشوا فرضيات أكثر تعقيداً . رغم ذلك لم يتمكن أي منهم أن يكون تصوراً صحيحاً عن الكيفية التي سارت عليها الأمور تاريخياً فعلاً . كانت المشكلة تكمن في تفسير الكيفية التي يمكن أن يكون قد نشأ بواسطتها كل من البروتين والحموض النووية وجميع مكونات الحياة المعقدة الأخرى انطلاقاً من الجزيئات الأساسية البسيطة للميثان والأمونياك والماء وغاز الفحم بدون وجود الكائنات الحية التي تنتجها . هذا النشوء «غير العضوي» للمركبات العضوية اللازمة للحياة ، هنا كانت المشكلة ، التي بدت وكأنها غير قابلة للحل . كانوا يعرفون أن هذه المركبات العضوية تنتجها اليوم حصراً الكائنات الحية ، الحيوانات والنباتات . لذلك كانوا يحتاجون إلى الحل إلى تفسير لوجودها كمقدمة لنشوء الكائنات الحية التي لم تكن قد وجدت بعد .

هنا بدت الأمور وكأنها تسير في طريق مغلق عما جعل بعض العلماء يتراجعون ويشككون بالمقدمات التي انطلقت منها كل هذه الجهود : أي بوجود تفسير طبيعي لخطوة الانتقال من المادة الميتة إلى المادة الحية .

في هذا الظرف الحرج قام بالخطوة الحاسمة في عام ١٩٥٣ طالب يدرس الكيمياء في جامعة شيكاغو اسمه ستانلي ميلر . اندفع ميلر نحو المشكلة بطريقة لا مبالية وساذجة قد لا يستطيعها إلا مبتدئ . في مثل هذه الحالات تكون النتيجة في البحث العلمي ، على عكس الرأي الرائج ، خائبة بلا استثناء تقريباً . لكن ستانلي ميلر كان واحداً من الاستثناءات النادرة .

نظراً لصعوبة المشكلة كان علماء كبر ذوو شهرة في الكيمياء العضوية قد حاولوا تحضير المكونات البيولوجية الأساسية بشئ الطرق التي تفوق إحداها الأخرى في التعقيد والتشابك . أما ستانلي ميلر فقد سلك طريقاً مختلفاً تماماً . قام أولاً بتأمين المواد التي قيل له أنها كانت موجودة في الغلاف الجوي الأول ، أي أنه أخذ الميثان والأمونياك فقط ، لا شيء آخر البتة ، خلطها مع الماء - والحظ السعيد - ثم وضع المحلول في وعاء زجاجي مغلق . كان الآن لم يزل يحتاج إلى منبع حراري ، إلى مصدر للطاقة . عندما يريد أحد أن يحصل على اتحاد كيميائي يتوجب عليه عادة أن يمد المواد الداخلة في التفاعل بشكل ما من أشكال الطاقة . حتى عود الثقاب لا يشتعل إلا بعد الاحتكاك (يستمد في هذه الحالة طاقة حرارية ناتجة عن الاحتكاك) .

كانت أشكال الطاقة المستخدمة قبل ذاك الوقت في مثل هذه التفاعلات مثيرة للالتباه . لقد أجرى مثلاً في عام ١٩٥٠ عالم الكيمياء الأمريكي وحامل جائزة نوبل ميلين كالفين تجربة مشابهة استخدم فيها كمصدر للطاقة أشعة نؤذي إلى التآين ينتجها مسرع الكتروني ضخم . صحيح أنه تمكن بذلك من إنتاج حمض النمل والديبيد لكن هاتين المادتين لم تكونا بالطبع من المواد البيولوجية الهامة . علاوة على ذلك فإن

تجربته لم تبرهن شيئاً ، لأن السرعات الالكترونية لم تكن متوفرة على سطح الأرض الاولى .
أما الطالب ميلر فقد قرر عند اختياره لمصدر الطاقة اللازمة لإحداث التفاعل أن يقلد الحالة
الأصلية تماماً بقدر ما هو ممكن . (كان كل تجربته تقوم على أساس أن يوفر جميع الشروط التي كانت سائدة
على الأرض آنذاك ثم ينتظر ما يتبع عن ذلك) . ما هي مصادر الطاقة الطبيعية الموجودة على الأرض
آنذاك ؟ أول ما يخطر على البال هو الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس وتفريغ الشحنات
الكهربائية (البرق أو الصعق) الذي كان آنذاك على الأرجح ، للأسباب التي ذكرناها سابقاً ، شديداً جداً
ومتواصلاً . قرر ميلر أن يستخدم تفريغ الشحنات . لذلك وصل وعاءه الزجاجي بخط للتوتر العالي
وأمن ما يلزم لتفريغ شحنات كهربائية قوية مسلطة على المحلول الذي يحتويه الوعاء . بعد ذلك ترك
التجربة تعمل لحالها وأطلق غيره "وذهب الى النوم" .

حسب كل ما لدينا من معلومات ، مضت على الأرض عشرات ولربما مئات ملايين السنين ضمن
الشروط التي حاول ميلر أن يقلدها في تجربته في وعائه الزجاجي الصغير ، حتى «حصل شيء» . لذلك
نستطيع أن نفترض أن هذا الرجل الشاب لم يكن على اطلاع بما فيه الكفاية على هذه الحقيقة . لو لم يكن
الأمر كذلك لكان غير مفهوم أن ميلر بعد ٢٤ ساعة لم يستطع أن يقاوم نفاذ صبره ، إذ أنه بعد هذه المدة
المضحكة أوقف مولدة التوتر العالي المولدة للصعقات الكهربائية ثم فرغ المحلول المعالج بهذه الصعقات في
أنابيب زجاجية صغيرة وبدأ ، معبأ بالأمل ، يبحث عما حصل في هذا المحلول .

مهما بدا الأمر ، ضمن الظروف التي وصفناها ، غير قابل للتصديق ، فإن بحث ميلر لم يكن مكلفاً
بالنجاح وحسب بل تجاوزت نتيجته حتى أجراً التوقعات . لقد أدت الطاقة المحضرة بإحداث برق
اصطناعي والتي أمد بها هذا المحلول البسيط المؤلف من الأمونياك والميثان والماء خلال ٢٤ ساعة فقط الى
تشكل - بالإضافة الى سلسلة من الاتحادات الاخرى - ثلاثة من أهم الحموض الأمينية دفعة واحدة :
غلوتين ، ألانين وآسباراجين . هذه الحموض هي ثلاثة من أصل ما مجموعه فقط عشرون حمضاً أمينياً
التي تتكون منها جميع أنواع البروتينات البيولوجية الموجودة على الأرض .

يتكون البروتين ، الذي ظل حتى الى ما قبل بضع عشرات السنين «كإداة حياتية» مليئة بالأمرار
الغامضة بالنسبة لعلماء البيولوجيا ، من سلاسل طويلة من الحموض الأمينية المعلقة بجانب بعضها
البعض . يمكن أن تتألف السلسلة من ١٠٠ حتى ٣٠٠٠٠ حلقة (حمض أميني) مختلفة . سوف نتعرض
الى تركيبها لاحقاً ضمن إطار آخر - بطريقة أكثر تفصيلاً . نود هنا فقط أن نشدد على الحقيقة بأنه من بين
جميع الحموض الأمينية الممكنة كيميائياً والتي يمكن تحضيرها مخبرياً يوجد عشرون حمضاً فقط ذات أهمية
بيولوجية . جميع الملايين الكثيرة من البروتينات المختلفة التي نجدها عند البشر والحيوانات والنباتات
(باستثناء بعض الحالات الشاذة القليلة جداً) تتكون من هذه المجموعة العشرين من الحموض الأمينية .
كما أن جميع الفروقات القائمة بين مختلف أنواع البروتينات ، التي ترتب عليها أيضاً جميع الفروقات في
خواصها البيولوجية ، تتعلق فقط وحسباً بالتسلسل الذي تتخذ هذه الحلقات العشرون من الحموض
الامينية في بنية الجزيئات السلسلية (على شكل سلسلة) لهذا البروتين أو ذاك .

ما من أحد يعلم لماذا يوجد بالضبط عشرون حمضاً أمينياً ، لا أكثر ولا أقل ، كونت منها الطبيعة الأرضية جميع كائناتها الحية . قد نستطيع اليوم أن نذكر سبباً لماذا بالضبط هذه العشرون وليس غيرها هي التي نعتز عليها دائماً في جميع الكائنات الحية الأرضية . تدفعنا استنتاجاتنا على ضوء التطور الذي جرى حتى الآن ونتائج تجربة ميلر الى الظن بوجود احتمال معين لتفسير ذلك .

يبدو للوهلة الأولى وكأنها صدفة هائلة أن تؤدي التجربة التي أجراها ميلر في عام ١٩٥٣ دفعة واحدة الى انتاج ثلاثة من الحموض الأمينية التي تتناسب جميعها الى «مجموعة مواد البناء» التي استخدمتها الطبيعة . كيف نستطيع أن نقدر أنها ليست جميعها أو ليس اثنين منها أو حتى ولا واحداً منها ينتسب الى الصنف من الحموض الأمينية الماثلة العدد ، التي لا نعتز عليها في العضوية الحية ؟ لا نحتاج نظراً لهذه «الصدفة» إلا أن نطبق الوصفة التي نعرفها جيداً والتي ساعدتنا غالباً حتى الآن في الحالات المشابهة . ستظهر لنا نتيجة تجربة ميلر في مظهر آخر فوراً ، عندما نطلق من الفرضية البسيطة أن الغليزين والألانين والأسباراجين قد تشكلت في هذه التجربة ببساطة لأن احتمال تشكلها من المواد الداخلة في التجربة وتحت الشروط المطبقة عليها كان كبيراً .

إنه معروف حتى لغير الكيميائي أن بعض العناصر تتحد مع بعضها الآخر بطريقة سهلة وبالتالي فإن نشوء بعض الروابط الكيميائية يكون أكثر احتمالاً من نشوء بعضها الآخر . كل هذا معلل علمياً وله علاقة ببنية القشور الالكترونية التي تحيط بالذرات التي تتفاعل مع بعضها البعض . إن تعبير «التفاعل الكيميائي» أو «الدخول في رابطة كيميائية» لا يعني سوى أن القشور الالكترونية ، المختلفة التركيب ، للذرات المختلفة تترايط مع بعضها البعض . (على الرغم من أن هذا تبسيط لما يحصل فعلاً لكنه يكفي لغرضنا في هذا الكتاب) .

يتم التفاعل بسهولة كبيرة في الحالات التي يكون فيها غلافاً للذرتين ، اللتين يجب أن تتحدتا مع بعضها البعض ، متناسين تماماً . في الحالات الأخرى لا يحصل التفاعل إلا ببطء كبير أو بعد تزويد العملية بكميات كبيرة من الطاقة من الخارج . (هذا هو أحد الأسباب التي تجعل مدرس الكيمياء يسخن انبوب التفاعل على مصباح كحولي عندما يريد أن يشرح لتلاميذه تفاعلاً كيميائياً) . أما بالنسبة للذرات العناصر الأخرى فإن القشور الالكترونية المحيطة بها تكون محكمة الاغلاق الى درجة تصبح معها غير قادرة على التفاعل مع أي عنصر آخر .

كل هذه الأمور معروفة بالنسبة لنا جميعاً وإن كنا قد تعلمناها بطريقة تعبير أخرى . هذه الفروق في «الاستعداد للتفاعل» لدى مختلف العناصر هي مثلاً التي تميز بموجبه المعادن «الكريمة» عن المعادن «غير الكريمة» . فالحديد مثلاً هو معدن غير كريم (نسبياً) لأنه يتفاعل بسهولة مع الأوكسجين (ويصدأ) . أما الفضة فهي أكثر «هولاً» . «أكرم» من الفضة ، الذهب . غير أن البلاتين يفوق حتى الذهب في حوله . مثال آخر على ذلك هي الغازات «الكريمة» أو الخاملة (هيليوم ، نيون ، أرغون ، الخ .) التي يعود السبب في تسميتها كذلك الى أنها لا تدخل عادة مع العناصر الأخرى في روابط كيميائية . لا شك أن إعطاء عنصر ما لقب «الكريم» لأنه خامل كيميائياً يعود الى التصورات السحرية التي كانت تسيطر على الكيمياء (أو

السيا) في العصور الوسطى . من هذا المنطلق نستطيع تفهم منح هذا اللقب لأن العنصر الذي لا يتفاعل كيميائياً يبقى «نظيفاً» وثابتاً (لا يتغير) .

تنطبق نفس الفروق في الاستعداد للتفاعل ، لأسباب مشابهة من ناحية المبدأ ، على روابط الذرات (والجزيئات) التي يجب أن تتفاعل مع روابط ذرية أو جزيئات أخرى . لقد حصلت مثلاً عملية تشكل الحموض الأمينية الثلاثة في تجربة ميلر على مرحلتين : في المرحلة الأولى تحطمت مواد التجربة الأساسية ، الميثان والأمونياك والماء ، بواسطة تفريغ الشحنات الكهربائية ، أي تفككت الى أجزاء أصغر . في المرحلة الثانية اتحدت التنتيف مجدداً مع بعضها البعض . من خلال هذه العملية لا تتشكل المواد الأساسية مجدداً في صيغتها السابقة وحسب (من البليبي ان هذا يحصل أيضاً) وإنما يشكل جزء صغير من التنتيف روابط جديدة من بينها عدد قليل من الروابط الأكبر والأكثر تعقيد .

يتعلق نوع الروابط الكيميائية الحاصلة وكميتها بمدى استعداد هذه التنتيف الجزيئية للتفاعل مع بعضها ، أي بمدى ميولها المتبادلة نحو الاتحاد . عندما يحصل ستانلي ميلر في تجربته على تلك الروابط الأكبر والتي من بينها ٣ حموض أمينية «طبيعية» ، يجب أن نستنتج أن تنتيف جزيئات الانطلاق تميل بصورة خاصة ، لأسباب تعود الى تركيبها الذري والجزيئي ، الى الاتحاد مع بعضها بالشكل الذي تنتج عنه هذه الروابط من الحموض الأمينية .

يستخدم العلماء مسابر فضائية تعمل بالراديو باحثه عن مختلف الروابط الكيميائية الموجودة في الفضاء. وقد أشارت المعلومات التي أرسلتها في السنين الأخيرة الى مقدار وشمولية استعداد العناصر الـ ٩٢ الموجودة في الكون للاتحاد في الجزيئات التي يدور حولها الحديث هنا . لقد اكتشفت هذه المسابر في الفضاء الحر (أي خارج الغلاف الجوي لأي كوكب من الكواكب) أولاً وجود الرابطة OH (كشفت من جزيئة الماء المتحطمة) ثم أيضاً الأمونياك والميثان وربطتين على الأقل من روابط الفحم - الكبريت وأخيراً مؤخرأً الديبيد الذي يمثل الخطوة التطورية التالية .

إن اكتشاف هذه الروابط في الفضاء ليس وثيقة قاطعة على ميل جميع العناصر الى الاتحاد وحسب بل يشير علاوة على ذلك الى الاحتمال الكبير لنشوء الجزيئات الخاصة التي نتحدث عنها . كما انه بالإضافة الى ذلك يدفعنا الى التفكير بإمكانية وصول بعض الجزيئات المتواجدة في الغلاف الجوي الأرضي الأول الى قادمة من أعماق الفضاء . قد يكون بعض هذه الروابط ، الهامة للتطور اللاحق نحو الحياة ، قد تشكلت أولاً في الفضاء ثم انتقل بعد ذلك الى الأرض . حتى لو نظرنا الى الأمور من هذا المنظور فلن تكون الحياة ذاتها قد هبطت من السماء - ولكن جزءاً من الروابط الكيميائية التي انطلقت منها سيكون على أي حال قد جاء من هناك .

عندما نعتمد هذه الحقولة يكتسب الحجم المائل للكون أو البعد الشاسع بين النجوم المنفردة أهمية إضافية جديدة . قد يكون هذا الاتساع الكبير مقدمة ضرورية لنشوء الحياة على سطوح الكواكب ، لأن المكان يجب أن يكون واسعاً بما فيه الكفاية ليؤمن «الأرض الخصبة» اللازمة «لانتاج» تلك الكميات اللازمة من الجزيئات التي يحتاجها التطور في الخطوة التي نناقشها . قد لا تنشأ هذه المكونات الجزيئية

بكميات كافية إلا في المسافات الشاسعة بين النجوم بتأثير الإشعاعات الكونية .
مهما كان انتشارها في الفضاء متباعداً فإن كميتها المطلقة ستكون هائلة نظراً لضخامة الأبعاد الكونية . أما تجمعها حتى تبلغ الكثافة اللازمة لحصول تفاعلات لاحقة فهو أمر لا سر فيه ، إذ أننا نستطيع أن نتصور بسهولة أن هذه الجزئيات تتجمع شيئاً فشيئاً بسبب جذبها خلال ملايين السنين من الكواكب المتواجدة في محيطها الكوني .

تلعب الكواكب في هذه العملية دور المكثف المركزي حيث تجلب شيئاً فشيئاً الروابط المتشكلة في المجال الخاضع لتأثير جاذبيتها مما يؤدي الى تجمعها وإغناء جزئياتها .

تخبرنا المسابر الفضائية في السنين الأخيرة خلال كل زوج من الأشهر عن اكتشاف روابط كيميائية جديدة في الفضاء الحر تحسبها بتيليسكوباتها الضخمة . عندما ندرس التقارير الواردة حتى الآن نستطيع أن نتوقع أن السنين القادمة ستؤدي الى اكتشاف روابط أكثر تعقيداً . تقوي هذه النتائج الظن بأن العملية التي شرحناها هنا باختصار يمكن أن تكون قد لعبت دوراً هاماً في التاريخ الذي سبق تشكل الحياة الأرضية . مهما كانت الحياة الأرضية قد تطورت بدون شك بصورة مستقلة ونوعية فقد يكون ممكناً أنها ، لولا هطول أمطار غزيرة من الجزئيات الكونية على كوكبنا ، ما تمكنت على الإطلاق من تثبيت أقدامها هنا . لولا هذه العملية من «الاجتناء» الجزيئي التي حصلت في الفضاء الواسع لما تمكنت ، على الأرجح ، المركبات البيولوجية من التجمع على سطح الأرض خلال الزمن القصير المتوفر لبلوغ «الكمية الحرجة» التي افترضناها كمقدمة لحصول الخطوة التالية من التطور .

بصورة عامة نقودنا نتيجة تجربة ستانلي ميلر الى جملة من الاعتبارات . تشير أولاً بطريقة مدهشة كم هي بسيطة الطريقة التي تشكلت فيها المركبات العضوية اللازمة للحياة بطريق «لا عضوي» في الغلاف الجوي الأول ، الأمر الذي كان يعتبر حتى ذلك الحين مليئاً بالأسرار الغامضة . نحصل من ذلك في نفس الوقت على الاستنتاج ان الاستعداد النوعي ، أي النزعة الى الاتحاد الكيميائي ، الموجودة لدى المواد المتوفرة عند الانطلاق ، لتشكيل الروابط التي نعرفها اليوم كمكونات للحياة ، كانت كبيرة بصورة متميزة . بتعبير آخر : إن هذه المركبات البيولوجية قد أصبحت وحدها قطع بناء الحياة اللاحقة لأن العناصر التي تشكلت خلالها الهيدروجين كانت مركبة بشكل أنها فضلت ودعمت نشوءها .

بذلك يزول الغموض عن نشوء مكونات الحياة الأولى ويصبح قابلاً للتفسير بسهولة ويسر . عندما نفترض وجود الهيدروجين بخصائصه المتميزة الرائعة ونضيف إليه قوانين الطبيعة الحقيقية قائمة - ليس لدينا أي خيار آخر - يصبح نشوء هذه المكونات لا مناص منه . لقد أيدت ذلك بصورة واضحة نتائج البحوث التي أجريت في السنين التي تلت نشر نتيجة تجربة ستانلي ميلر .

نستطيع أن نتصور بسهولة رد الفعل الذي أحدثته تجربة ميلر في الأوساط المختصة في شتى أنحاء العالم . بدأ الباحثون في غايير لا حصر لها بتقليد تجربة الأمريكي الشاب التي بدت على درجة كبيرة من البساطة . من المؤكد أنه كان يوجد بين هؤلاء الباحثين عدد غير قليل لم يصدق ما قاله ميلر ولذلك أعاد التجربة كي ينقض نتيجتها بكشف خلل لا بد أن يكون فيها ، كما كانوا يعتقدون .

لكن النتائج خيبت آمالهم ، إذ ما من أحد من هؤلاء المفتشين حصل على نتيجة سلبية بل أعلنوا جميعهم النجاح . على أثر ذلك بدأ العلماء بتحويل التجربة . راحوا يغيرون شيئاً فشيئاً مواد الانطلاق ويستخدمون مصادر أخرى للطاقة . كانت النتائج إيجابية دائماً : نتجت ، بالإضافة الى روابط كيميائية صدفوية مختلفة ، حموض أمينية ، سكر ، بوريدن وجزيئات أخرى ، جميعها مواد ينظر اليها الكيميائيون منذ زمن طويل على انها من مكونات الكائنات الحية الموجودة اليوم على الأرض .

كلما تنوعت شروط الانطلاق وطال الزمن الذي يُعرض فيه محلول التفاعل للطاقة المستخدمة ، كان عدد الروابط الناتجة عن التفاعل أكبر وأكثر تنوعاً ، بحيث أصبح تعديدها ووصفها بعد بضع سنين من التجريب يحتاج الى مجلدات من الكتب . تحت بعض الشروط المعنية نتج عن تجربة واحدة استمرت عدة أيام أكثر من ٧٠ حمضاً أمينياً مختلفاً .

اكتشف العلماء في أوعيتهم الزجاجية تشكل السكر والأدينين وغيرها من الحموض الأمينية الأساسية ، لا بل إنهم وجدوا البورفيرين (وهو مرحلة كيميائية سابقة لمادة الكلوروفيل أو اليخضور الهام). وفوق ذلك أعلن بعض العلماء عن التشكل اللاعضوي لمادة أدينوزين تري فوسفات المعروفة لدى جميع الكيميائيين على أنها أهم مصدر للطاقة للخلايا الحية الأرضية . أما عندما ترك اولئك المجهزون محاليلهم تتفاعل لمدة طويلة ، فقد حصلوا حتى على المركبات المتضاعفة ، التي هي الاتحاد بين الحموض الأمينية ونسب من الحموض النووية ، والتي تشكل قطع بناء الحموض النووية . بذلك نجد أن هذه القطع الأساسية ، التي تشكلت في المخابير تحت شروط بسيطة وخلال زمن قصير وبطريق لا عضوي ، تنزع بدورها الى الاتحاد مع بعضها (مع مثيلاتها) في الجزيئات السلسلية الطويلة ، أي المركبات المتضاعفة ، التي تتألف منها البروتينات والحموض النووية .

كانت المواد الداخلة في التفاعل في جميع هذه التجارب تقتصر على المواد الأساسية التي لم يكن أحد ، حتى ولا أكثر المشككين ، يشك بوجودها آنذاك على سطح الأرض الأولى . كان ميلر قد استخدم الميثان والأمونياك والماء . أما خلفاؤه فقد أخذوا غاز الفحم والأزوت وهيدروجين الزيان وروابط أخرى غير عضوية . تبين في جميع هذه التجارب أن الأمر سيّان من أية مواد انطلق العلماء في تجاربهم ؛ المهم هو أن تحتوي على خليطة من الفحم والهيدروجين والأزوت ، أي تلك المواد التي تشكل القسم الأكبر من أية مادة حية .

تبين أيضاً أن نوع الطاقة المستخدمة لا يلعب دوراً هاماً ، إذ أن الأمور سارت بصورة جيدة عند استخدام الأشعة الفوقية فوق البنفسجية كما عند استخدام تفريغ الشحنات الكهربائية كما فعل ميلر . هناك بعض العلماء الذين استخدموا الضوء العادي ونجحت تجاربهم أيضاً . هناك آخرون توصلوا الى نفس النتائج باستخدام أشعة روتجن أو بكل بساطة بالتسخين الشديد فقط . حتى عند تعريض محلول التفاعل الى اهتزازات فوق- صوتية نتجت المركبات العضوية المذكورة وغيرها بأعداد كبيرة . كيفما حاول العلماء تقليد الشروط التي كانت سائدة على سطح الأرض الأولى ، كانوا يحصلون دائماً على جزيئات معقدة كان نشوؤها حتى ذلك الحين دون وجود كائنات حية يبدو غير ممكن ليس فقط بالنسبة للأجيال

السابقة من العلماء وإنما أيضاً للعلماء أنفسهم الذين كانوا يجرون هذه التجارب .
من الطبيعي أن التعجب يبقى قائماً لاحقاً كما كان سابقاً من أن المادة بعد ذاتها مكونة أساساً
بالشكل الذي يجعلها قادرة على التطور ضمن الشروط التي نعرفها . غير أن ما نبغى إبرازه وتأكيد هوان
هذا التطور يتم ، كما أشارت تجربة ميلر لأول مرة ، بالطريق «الطبيعي» ، أي أن ما حصل عليه
المجربون في أنابيبهم المخبرية يعود حصراً الى القوانين الطبيعية السائدة في هذا العالم .
صحيح أننا يجب أن نعرف أن العلم لم يتمكن حتى اليوم من تحضير جميع المكونات الأساسية
للعضوية الحية الحالية ، غير أنه لن يكون منطقياً أن نعتبر هذا سبباً للتشكيك بمبدأ نشوء المركبات
العضوية من مواد غير عضوية . علاوة على ذلك فما من سبب يمنع أن ينطبق على المركبات التي لم نستطع
تحضيرها تخريباً بعد نفس ما انطبق على أخواتها من تلك التي تم تحضيرها فعلاً .
نستطيع إذن أن ننطلق من أن سطح الأرض الأولى كان في نهاية هذه الحلقة ممثلاً بالروابط
الكيميائية المعقدة ومن بينها تلك التي نعتبرها اليوم مكونات أساسية للبنى الحية . يجب أن تكون بعدئذ قد
بدأت مع هذه الروابط عملية أطلق عليها العلماء منذ بضع سنين اسم «مرحلة التطور الكيميائية» . إن
ما حصل في هذه المرحلة من التاريخ كان عملية انتقائية من قبل الوسط المحيط لدفع التطور في اتجاه
الحياة .

لم يكن آنذاك قد تشكل بصورة «هادفة» فقط الأدينين واليورينات الأخرى كحلفات سلسلية
للحموض النووية المستقبلية ولم يكن يوجد فقط الحموض الأمينية التي تشكلت منها في مرحلة متأخرة
البروتينات المختلفة ، بل إن جميع هذه الجزيئات العضوية الموجودة حالياً - وغيرها كثير - كانت آنذاك
مطمورة تحت كميات أكبر بكثير من مختلف الروابط الكيميائية الأخرى . لكن أغلب هذه الروابط لم
يلعب ، على ما يبدو دوراً في عملية التطور التي أدت بعدئذ الى نشوء الحياة .

لقد كان الوسط المحيط هو الذي اتخذ القرار آنذاك باختيار الجزيئات التي انطلق منها التطور
اللاحق وبرمي الجزيئات الأخرى جانباً خارج الحلقة . هذه هي العملية التي سمينها انتقائية : تطوّر
تحدّد اتجاهه وسرعته من قبل شروط الوسط الذي اختار المواد التي يحتاجها من بين العروض الكثيرة
المتوفرة . إننا لا نعرف - هذا ما يجب أن نعرف به - اليوم سوى القليل عن الطريق الذي سلكه التطور
الكيميائي بالتفصيل في هذه الحقبة القديمة من تاريخ الأرض . لكن علينا هنا أيضاً أن نحترس من الحكم
المسبق العميق الجلور الذي سيجعلنا هنا أيضاً منهشين لا نجد تفسيراً لأن تحصل ، من بين الروابط
الكيميائية اللاحصر لها التي كانت موجودة آنذاك على سطح الأرض ، بالتحديد تلك الروابط الحاسمة
بيولوجياً على الفرصة لأن تتفاعل وتحد مع بعضها .

من البديهي أن تكون هنالك كما نريد أن نتذكر - النظرة المعكوسة الى الأمور هي الأصح . فقط
انطلاقاً من النقطة المعاكسة لهذا الحكم المسبق نستطيع أن نرى التطور بمجملة وأيضاً الخطوات التي نعالجها
هنا ، بصورة مطابقة للواقع وبدون أي تشويه . إن الخيال البشري مهما بدا واسعاً فهو مكوّن بشكل أنه
لا يستطيع أن يتصور شيئاً لا وجود له على الإطلاق . (حتى الكائنات الاسطورية المزعومة لـ هيرونيوموس
بوش تتكشف عند تدقيقها على أنها تجميع كيفي لأقسام من أجسام حيوانات حقيقية معروفة) .

هذه الأسباب ليس لدينا أدق تصور عن أية جزئيات أخرى ، كانت موجودة على الأرض قبل ٤ مليار سنة ، كانت تستطيع أن تكون أيضاً قطعاً لبناء الحياة . كما اننا لا نستطيع أن نعرف أية أشكال كانت ستتخذ الحياة الأرضية (وبالتالي وجه الأرض الذي تصينه هذه الحياة) فيما لو كانت مركبات بيولوجية أخرى هي التي رحبت السباق وليس تلك التي نعرفها . إن المنطق والاحتمال يؤيدان أن هذه الامكانية كانت متوفرة حقيقة في البدء .

أما عندما بدأت في هذه الحقبة روابط أكثر تعقيداً بالتشكل والتجمع على سطح الأرض ، عندئذ لم تعد لها جميعاً فرص متساوية للبقاء ، بل إن الوسط الأرضي آنذاك ذا الخصائص الفردية المتميزة أيد بقاء بعضها بينما سعى الى تفكك بعضها الآخر . لا نعرف سوى القليل من التفاصيل حول هذا الموضوع ، غير أننا ، كما نذكر ، نعرفنا على مثال ، يؤيد ذلك بوضوح ، هو مؤثر بوري ، تلك الآلية التي نشأت بالصدفة التاريخية ، والتي بدأت آنذاك بعملية انتقائية لصالح الحموض الأمينية واليورينات .

أصبحنا الآن نستطيع أن نقول أن الأرض قبل ٤ مليار سنة لم تكن ببساطة مغطاة بمختلف الجزئيات ذات التركيب المعقد لبعض منها . كانت كمية هذه الجزئيات على الأرجح وافية ، لأن مئات ملايين السنين كانت متوفرة لنشوتها . كل هذه المدة كانت تحت تصرف التفاعلات التي استطاعت كما رأينا في تجربة ميلر خلال أيام قليلة أن تنتج كميات مؤكدة من هذا النوع من الروابط . تتيح هذه التجربة ، فوق ذلك ، الظن بأن بعض الجزئيات المعينة ، التي اكتسبت لاحقاً أهمية فائقة كقطع لبناء الحياة ، قد تكون متوفرة منذ البدء بكميات أكبر . يبدو أن نزعة المألدة الى الاتحاد في روابط أعلى كانت محبلة ومدعومة من الشروط السائدة على سطح الأرض آنذاك .

ساهم أيضاً على الأرجح في تزايد كمية هذه الجزئيات حقيقة أنها كانت تستطيع أن تنشأ في الفضاء الحر ، وأنها حسب جميع المؤشرات لم تزل تنشأ هناك حتى الآن . لذلك يجب أن نكون منذ ولادة كوكبنا تتساقط عليه كمطر كوني مخصب .

لكن هذا المطر الجزيئي لم يتجمع هكذا ببساطة الى جانب الروابط المتشكلة على سطح الأرض ذاتها ، بل بدأت منذ البدء عملية انتقائية أدت الى تكاثر جزئيات محددة تماماً . كانت هذه الجزئيات المحددة تماماً هي تلك التي نسميها اليوم مكونات الحياة مميزتها عن جميع الروابط الكيميائية الأخرى الموجودة والمحتملة . عندما بدأت الجزئيات البيولوجية ، لهذا السبب ، تزايد باستمرار على قشرة الأرض الاولى ، تزايد أيضاً الاحتمال بأن تحترق مع بعضها البعض .

لقد مضى وقت طويل حتى وصلت الأمور الى تلك النقطة . كان قد مضى آنئذ عشرة مليارات سنة على نشوء الكون وحوالي ٢ مليار سنة على نشوء الأرض . بعد هذا الوقت الطويل إذن بدأت المركبات ، التي غريبتها واصطفاها التطور الكيميائي ، وهي حموض أمينية وبورينات وسكريات وبورفيرين بالتفاعل مع بعضها على سطح الأرض الاولى .

هل ما زلنا نحتاج فعلاً ، عندما نفكر بالتاريخ المائل الذي مر حتى هذه اللحظة ، الى افتراض عامل فوق طبيعي لكي نفهم أن التطور لم يتوقف دفعة واحدة عند هذه النقطة ؟

٦. طبيعي أم فوق طبيعي ؟

ما من أحد يعرف كيف كان مظهر البنية الجزيئية الأولى ، على سطح الأرض ، التي استحدثت منحها لقب «حيّة» . ماذا تعني حقيقة هذه الصفة ؟ كما هو الأمر غالباً لدى جميع التعاريف المتعلقة بخطوط حدية فإن الإجابة على هذا السؤال ليست سهلة . تواجهنا هذه الصعوبة في جميع الحالات التي نحاول فيها تقسيم مجمل الظواهر الطبيعية تقسيماً منهجياً .

أن يكون الحجر ميتاً ووحيد الخلية حياً ، هذا أمر بلدي لا جدال فيه . لكن التمييز يصبح عسيراً فوراً عندما نقرب من المنطقة الحدية بين الحالتين . المثال المشهور لمرض هذه الصعوبة هي الفيروسات .

هل يعتبر الفيروس كائناً حياً أم أنه لم يزل في مجال الطبيعة اللاحية ؟ تتألف الفيروسات ، هذه الكائنات الغريبة ، فقط من خيط طويل لجزيئة سلسية من حمض نووي ملفوفة

ضمن كيس بروتيني كغلاف لها . أي أنها ، بتعبير آخر ، ليست سوى صبغية وراثية منعزلة (مستقلة) محاطة بغلاف واقٍ . ليست جسماً ! إنها من هذا المنظار التجريد الأقصى لما هو حي . وهي غير قادرة على فعل أي شيء ، حرفياً أي شيء ، آخر سوى التكاثر .

غير أن وجودها مقتصر على هذا الغرض الوحيد بشكل أن بنيتها مختصرة إلى درجة أنها ، كما هي بدون جسم ، لا تمتلك حتى أعضاء خاصة لهذا الغرض . أما البنية الوحيدة المشابهة للعضو والتي نستطيع بالمجاهر الالكترونية اكتشافها لديها فهي تنوء معقوف على شكل كلاب مثبت على غلافها . يمنحها هذا التنوء القدرة على الاتصال بالخلايا الحية وثقب جدارها . عندما يحصل الثقب ينكمش الغلاف زارقاً الجزيئة التي يحتويها في جسد الخلية المغدورة .

هذا الانجاز الواحد الوحيد يكون المحتوى الحيائي للفيروس قد تحقق . عندئذ تبدأ الخلية ذاتها بسحب هذه الصبغية ، المزروقة في جسدنا ، إلى جهازها التكاثري . لكن هذا الجهاز لا يستطيع أن يميز بين صبغية وأخرى لذلك يبدأ ، خاضعاً خضوعاً أعمى (وفي هذه الحالة انتحارياً) لبرنامج الموروث ،

بانتاج الصبغة الفيروسية ، متابعاً ذلك حتى تختنق الخلية المصابة وتتحلّل . وهذا يعطي الصبغيات الفيروسية الجديدة (التي تجهزها الخلية أيضاً ، منفذة أوامر الصبغة الفيروسية ذاتها ، بغلاف بروتيني ويكلاّب للتلصق) الفرصة لأن تهاجم الخلية التالية وهكذا - وفي كل مرة لنفس الغرض الواحد الوحيد وهو التكاثر .

مما لا شك فيه أن القدرة على التكاثر ، على انتاج نماذج مطابقة للذات ، هي من الخصائص النوعية للكائنات الحية . لكن الفيروسات اقتصرّت على هذه الوظيفة الوحيدة بطريقة تجعلنا لا نستطيع اعتبارها حية . إنها لا تستطيع أن تتكاثر إلا بمساعدة خلية حية ، لأنها اختصرت بنيتها الى حد لا يفوقها فيه أي شيء آخر وبطريقة ترغمها على استعارة الآلية اللازمة للتكاثر من خلية حية .

لهذه الأسباب لا تصلح الفيروسيات بالتأكيد لأن تكون نموذجاً مناسباً عندما نحاول أن نتصور الشكل الذي كانت عليه الكائنات الحية الأرضية الاولى . حتى الى ما قبل بعض من عشرات السنين كان يسود الاعتقاد بأن الفيروسات قد تكون لعبت هذا الدور وقد تكون لم تزل حتى اليوم تمثل الحالة الفاصلة بين ما هو حي وما هو لا حي . أما عندما تعرف العلماء بصورة أدق على «سيرة حياتها» الوحيدة الإيقاع وعلى الشروط التي تحقق فيها وظيفتها الوحيدة ، فقد سقط هذا الاعتقاد . بما أن الفيروسات هي كائنات طفيلية تعتمد في وجودها على وجود خلايا حية ، لذلك لا يمكن أن تكون الشكل الأول للحياة . من المرجح أن تكون أشكلاً متأخرة بلغت درجة عالية من التخصص ثم تراجعت الى الشكل الذي هي عليه الآن . لكن الفيروسات تبقى مثلاً معبراً عن الصعوبة التي تواجهنا عندما نحاول إيجاد تعريف يميز بدقة بين ما هو «حي» وما هو «لا حي» - الأمر الذي يبدو بنا سهلاً للوهلة الاولى - وينطبق أيضاً على المساحة الفاصلة بين هذين المجالين من الطبيعة . لقد رأينا لتونا بواسطة مثال الفيروسات كيف أن حتى مفهوم القدرة على التكاثر ، التي تبدو على أنها خاصية بيولوجية نوعية متميزة ، يمكن أن يخيب الآمال ضمن هذه الظروف .

لذلك اتفق العلماء في السنين الأخيرة على معايير تميز أخرى لكي يتمكنوا من التوصل الى تعريف مقبول لما هو حي . أحد هذه المعايير هو القدرة على «تحويل الطاقة من شكل الى شكل آخر بطريقة منتظمة» ، والمعيار الآخر ، هو القدرة على «نقل المعلومات ، حول الطريقة التي يحصل فيها التحويل المنظم للطاقة ، الى نظام آخر مماثل» . تشير هذه الصياغة التجريدية الغريبة والمعقدة لهذا التعريف (الذي أخذته من مقال لعالم الكيمياء العضوية الأمريكي وحامل جائزة نوبل ميلفين كالفين) بصورة واضحة الى صعوبة المسألة . يعود السبب الحقيقي في هذه الصعوبة ببساطة الى أن هذه التعاريف ، التي تحاول التمييز (أو التفريق) بين ما هو «حي» وما هو «لا حي» ، ترسم حدوداً لا وجود لها في الواقع في الطبيعة . إن حدوداً من هذا النوع هي حدود مصطنعة . وهي تنتسب الى شبكة من المفاهيم المتدرجة التي نرميها فوق الطبيعة لكي لا نقفد الرؤية الشاملة عبر خياليا التعدد الهائل للظواهر .

تشبه هذه الشبكة من المفاهيم والتعاريف شبكة الخطوط التي نرسمها على الخارطة لكي نسهل على أنفسنا التوجه (ولكي نتفاهم مع بعضها على النقاط التي تتواجد فيها) . لكن ما من أحد منا سيعبر هذه

التقسيمات الشبكية على أنها من خصائص الطبيعة ذاتها أو يحاول البحث عنها على الأرض .
لا يختلف الأمر عن ذلك عند التفريق بين اللاحي والحي . تكمن الصعوبات التي تواجهنا ، عندما نريد التمييز بين هذين المفهومين بالقرب من نقطة الانتقال من حالة للمادة الى حالة اخرى ، في طبيعة المسألة ذاتها . إنها تعود الى أن الحدود ، بالمعنى الواضح لكلمة حدود ، غير موجودة هنا على الإطلاق . أو بصياغة أخرى : إن عدم وجود امكانية لتعريف «الحياة» بطريقة واضحة وشاملة ليست سوى برهان آخر على أن ظهور الحياة على الأرض لم يكن يعني بأي حال من الأحوال ظهور شيء جديد شاذ أو متطرف . لم يكن يعني شيئاً لم تكن بذرة إمكاناته قد زرعت منذ البدء . إن «الحياة» هي ظاهرة تم نشوؤها بطريقة صحيحة التسلسل إجبارية المسار وبخط متصل انسيابي لا تدرج فيه لدرجة أن ما من أحد يستطيع أن يحدد النقطة التي «بدأت» عندها .

بغض النظر تماماً عن هذه الصعوبة المبدئية لا نعرف عن أشكال الحياة الاولى ، التي وجدت على الأرض ، سوى القليل من القليل . إذ أن أقدم المستحاثات التي اكتشفت حتى الآن هي عبارة عن بصمات أو فجوات مستحاثية لنوع من وحيدات الخلية النباتية عديدة النواة ، يبلغ عمرها أكثر من ٣ مليارات سنة . تمثل هذه العضويات الحية رغم كل بدايتها شكلاً حيوياً معقداً ومنظماً ببنية فائقة . حسب معارفنا الحالية لم تزل هناك فجوة ، من وجهة نظر التاريخ التطوري ، بينها وبين مكونات الحياة ، المركبات البيولوجية المتضاعفة ، الناشئة بطريقة لأعضوية . أي اننا لا نعرف الأشكال الوسيطة التي يجب أن تكون قد وجدت بين هاتين المرحلتين من مراحل التطور . يبدو أنها لم تترك أية آثار .
نظراً للظروف التي تحيط بالموضوع فإن هذه النتيجة ليست مفاجئة ، إذ أن الزمن الذي تواجدت فيه هذه الكائنات الانتقالية يعود الى قبل حوالي ٤ مليارات سنة من الآن . لذلك لا عجب في أن يكون إيجاد آثارها صعباً ، هذا إن كان لم يزل لهذه الآثار أي وجود على الإطلاق . من ناحية اخرى تلقى هذه الفجوة لدى البعض جاذبية خاصة إذ أن كثيراً من الناس لا يستطيعون مقاومة التعرض الى السقوط في خطأ النظر الى هذه الفجوة على أنها «الأعجوبة» التي يكمن فيها التدخل فوق - الطبيعي ، الذي ، حسب رأيهم ، لم يكن نشوء الحياة ممكناً بدونهُ .

من يريد أن يتمسك بهذه القناعة لا نستطيع أن ندحض له قناعته بالوقائع الملموسة لأننا لا نملك وقائع ملموسة عن هذه المرحلة الانتقالية . أي أن من يريد أن يتصلب على الرأي بأن قوانين الطبيعة قد ألغيت ، تماماً في الزمن المطابق لهذه الفجوة ، كي تحل المكان لنشوء الحياة ، فعن العسير تحويلة عن هذه القناعة .

غير أن تاريخ الفكر البشري يعلمنا بواسطة عدد لا حصر له من الأمثلة كم هو خاطيء تحميل الإله العزيز أو أية قوة ما - وراء - طبيعية مسؤولية سد الفجوات بهذه الطريقة . لقد تعرضنا في القسم الأول من هذا الكتاب الى بعض هذه الأمثلة . إن تاريخ الصراع المحزن الطويل بين اللاهوت وعلوم الطبيعة أضعف هبة عملي الكنيسة بالدرجة الاولى لأنهم تمسكوا بعناد ، يصعب تفهمه ، ولقرون طويلة بهذا التكتيك .

كلما فسر العلماء ظاهرة طبيعية ما تصدى لهم اللاهوتيون بقولهم : «لا بأس ، معكم حق ، يبدو أن الظاهرة الجزئية التي فسرتموها قابلة فعلاً للتفسير بطريقة منطقية علمية . ولكن انظروا كم هو كبير العالم ككل . إنكم لا تستطيعون أن تنكروا أنه يوجد عدد كبير من الظواهر والعلاقات التي لن نستطيع نحن البشر ، رغم كل التقدم العلمي تفسيرها أبداً ، لأن الكون ككل يفوق قدرة عقولنا على الاستيعاب لأنه يقوم في نهاية المطاف على سبب ميتافيزيقي (ما وراء طبيعي)» .

هذه الحجة صحيحة الى حد معين وهو أن هذا الكون لا يمكن استيعابه كاملاً على الإطلاق من قبل كائن ليست قدراته العقلية على الاستيعاب سوى تعبير عن تكييفه المتخصص حصراً مع الشروط السائدة على جرم سماوي وحيد معين . لكن اللاهوتيين يقعون دائماً ، مراراً وتكراراً ، في الخطأ بأن يتمسكوا بظواهر معينة تقع في مجال الاختيار البشري العام مدعين أنها غير قابلة للتفسير ومقدمين ذلك على أنه براهين على الحقيقة الإلهية . هذه الطريقة في البرهان لا تستطيع الصمود حتماً .

لا شك أن جميع المستويات المعرفية مؤقتة وهذا ينطبق أيضاً على الآراء حول التقدم الذي تستطيع العلوم تحقيقه مستقبلاً والذي ستحققه فعلاً . لذلك فإن من يتمسك مبدأً بلا امكانية تفسير ظواهر طبيعية معينة عليه أن يتحمل المخاطرة بأن العلم سينفضه مبكراً أو متأخراً . هذه هي التجربة المرة التي توجب على اللاهوتيين في القرون الأخيرة معاناتها المرة تلو المرة .

لم تقضهم كل المقاومة العنيفة التي أبدوها في شيء ، إذ أرغمهم إصرار العلماء وصمودهم على التخلي عن حصونهم واحداً تلو الآخر . غير أن كل هذا لما كان شيئاً لولا أن اللاهوتيين كانوا في الماضي قد تمسكوا بهذه الظواهر المفسرة الآن وأعلنوها على أنها براهين على حضور الإله في العالم .

بدأت هذه الإنزلاقات اللاهوتية بالإدعاء أن السبب في بطلان المعنى الحرفي للكلمة المقر الذي يقوم فيه العرش الإلهي . كان يبنى هذه الأفكار عدد لا حصر له من اللاهوتيين والفلاسفة الذين كانوا يستخدمون «عجائب الطبيعة» غير القابلة للتفسير كبراهين على وجود الإله . هناك عدد لا حصر له من الأمثلة نذكر منها النشرة الصادرة عام ١٧١٣ بعنوان : «دلائل الطبيعة على وجود الإله» مؤلفها فرانسوا فينيلون اللاهوتي الفرنسي الليبرالي وعضو الأكاديمية الفرنسية .

لم يكن فينيلون يمل من توجيه أنظار قرائه إلى غائية جميع ظواهر الطبيعة ، إلى تحركات النجوم وما ينتج عنها من تتابع الليل والنهار ، إلى بنية الكائنات الحية التي تكيفت مع شروط الحياة حتى أقصى تفاصيلها ودقاتها بصورة مذهلة ، إلى خصائص نعمة المطر كماء هائل من السماء وإلى مهارة النباتات في التكيف مع تبدل الفصول وتتابعها . كل هذا بدا له عجباً وملئاً بالعبر لأنه ، كما كان يرى ، ليس له تفسير طبيعي على الإطلاق . أليست هذه دلائل قاطعة على وجود الإله ؟ هل نستطيع أن نتصور معجزات أكثر إعجازاً ؟ هكذا كان فينيلون يسأل قرائه دائماً ودائماً .

لقد مر حتى الآن مائتان وخمسون عاماً على كتابة هذه النشرة . رغم ذلك فإن طريقتها في المحاججة لم تزال تبدو للكثيرين حتى اليوم على أنها معقولة رغم كل ما عانى منها ممثلوها وعلى الأخص اللاهوتيون منهم من تجارب سيئة خلال هذه الفترة من الزمن ، حيث أن علوم الطبيعة كشفت وفسرت كل هذه

العجائب واحدة تلو الأخرى . لقد بين الفلكيون أنه لا يوجد في السماء مكان نستطيع أن نتوقع وجود الإله فيه . أما الكيميائيون فقد بدأوا بتحضير مواد عضوية أكثر تعقيداً في مخبرهم . وأخيراً تمكن «التطويرون» وعلى رأسهم داروين من تفسير غائية التكيف الطبيعي للكائنات الحية مع الوسط الذي تعيش فيه بمساعدة قواعد بسيطة للاصطفاء الطبيعي الانتقائي والطفرة .

إن من يقتدي تحت هذه الظروف بتلك الشخصيات المشهورة متابعاً نمسكه بأن المعجزة مرتبطة بما لا يفسر من قبل العلم وبأن البرهان على وجود الله يتأكد حصراً بهذا النوع من المعجزات ، كان ولم يزل يضطر باستمرار إلى التراجع ، لأن «معجزاته» تندحر واحدة تلو الأخرى أمام تقدم العلم الذي لا يتوقف . بما أن الشخصيات الكنسية كانت تعلن باصرار أن كل معجزة من هذه المعجزات هي برهان على وجود الله فقد تولد حقاً الانطباع وكان العلم قد جاء لكي «يطرد» الإله من العالم . بهذه الطريقة لفت اللاهوتيون أنفسهم حول أعناقهم الحبل الذي بدأ العلماء يشده الآن .

إنني لا أشك مطلقاً بأن التهمة المنسوبة اليوم إلى العلم على أنه معاد للدين تعود بقسمها الأكبر إلى الطريقة غير الموفقة التي انتهجتها الكنيسة في المحاجة . إن من يتبنى الفكرة التمسك بأن الإله لا يتواجد إلا في الجزء غير المفسر من العالم أو ، كما يُدعى ، غير القابل للتفسير ، عليه أن يتلقن درساً من العلماء بأن القسم من العالم الذي تبقى للإله بضيق عاماً بعد عام . انطلاقاً من هذه الطريقة في البرهان نشأ التعبير الجارح عن «أزمة السكن الإلهية» الذي ينسب إلى عالم الحيوان المادي للكنيسة أرست هاكل .

بقدر ما كانت حجج الكنيسة خاطئة فقد انتقلت العدوى إلى علماء الطبيعة حيث وقع كثيرون منهم بخطئ مماثل ولكن في الاتجاه المعاكس إذ كانوا كلياً احرزوا تقدماً وكلياً حصلوا على معرفة جديدة يتضائل لديهم الاعتقاد بوجود إله أو بوجود حقيقة فوق طبيعية تخفى خلف واجهة المراتبات . ألم يؤكد لهم اللاهوتيون بأن على المرء ان يعتقد بوجود الإله لأن عجائب الطبيعة تتجاوز حدود العقل البشري؟ ألم يشيروا حتى إلى ظواهر ملموسة معينة يؤكد عدم قبولها للتفسير على وجود كائن فوق طبيعي؟ أما عندما تخضع جميع هذه الظواهر للتفسير العلمي التحليلي فيفتح عن ذلك منطقياً أن وجود الإله لم يعد ضرورياً لتفسيرها . «سيدي» ، إنني لا أحتاج إلى هذه الفرضية» ، هكذا أجاب العالم لابلاس بكل فخر نابوليون عندما سأله لماذا لم يذكر الله مطلقاً في كتابه الشهير حول نشوء المنظومة الكوكبية .

تكمُن أهمية هذا الجواب في معناه المزدوج . لقد كان لابلاس محقاً تماماً في قصده بأن بحث الظواهر الطبيعية سيكون لا علمياً وخاطئاً اذا اعتمد في تفسيرها على تدخل فوق طبيعي بدلاً من البحث بجذع عن الترابطات السببية التي تقوم عليها . أي طالما كان يريد ان يقول برده على نابوليون ، ان العلم يستطيع ان يفسر الظاهرة دون افتراض تدخل فوق طبيعي ، كان اعتراضه محقاً ومشروعاً .

غير ان لابلاس كان يعني بجوابه أكثر من ذلك ولهذا السبب نال هذا الجواب كل هذه الشهرة وظلت تنتقله الأجيال حتى اليوم . كان يعتقد ، شأنه شأن معظم علماء عصره ، أن الكون بكامله قابل للتفسير ولذلك لم يعد يعتقد بوجود الإله . لقد نجح اللاهوتيون باقناعه وإقناع زملائه ان الواحد منها ينبغي الآخر (أي ان الدين ينبغي العلم وبالعكس) .

لم يزل هذا الاستنتاج متشراً حتى اليوم . عندما سئل قبل عدة سنوات بتر ميداوار العالم الانكليزي الحائز على جائزة نوبل عما اذا كان يعتقد بوجود الإله أجاب بدون تردد وبالطبع لا ، إنني عالم . إن السطحية الصارخة في هذه الحججة المقتضبة لا يمكن فهمها إلا عند الأخذ بعين الاعتبار سوء التفاهم القديم الحاصل بين الفريقين والذي يقوم عليه مثل هذا الاستنتاج .

لا شك أن كل هذه الصفقات التي تلقاها اللاهوتيون هي نتيجة لمعالجتهم للأمور عبر أجيال وأجيال بهذه البساطة المفرقة في السطحية . مهما كانت هذه المعالجة قد حصلت انطلاقاً من إيمان صادق ونية حسنة فإنها تبقى ليست خاطئة وحسب بل في منتهى التعاسة أيضاً . لا يحتاج المرء لأن يكون لاهوتياً كي يدرك كم هي عميقة وعيثة الحججة التي تقوم على الادعاء بأن العالم ينقسم إلى قسمين أحدهما طبيعي والآخر فوق طبيعي وأن الحد الفاصل بينهما يتعلق بالمستوى الذي بلغته العلوم الطبيعية في تلك اللحظة من التاريخ .

إن من يرى أنه يدافع عن عقيدته ضد العلم بانسحابه مع قناعاته الدينية الى البقية التي لم تفسر من الكون فإنه يتبنى عملياً وجهة النظر بأن الإله لا شغل له إلا في هذا الجزء الذي لم يفسر بعد . عندما اسمع مثل هذه الحججة من فم شخص متدين أجد فيها تحديداً غريباً لفهم القدرة الإلهية الشاملة . لماذا يجب ان يكون ما يمكن عقلنا من ادراكه موجوداً خارج الحقيقة؟

ألسنا نواجه ثانية جنون التمرکز الانساني الذي يدفع البعض هنا إلى اعتبار الحدود بين الجزء الدنيوي من الكون وبين الجزء الذي يوصف على أنه مختلف عنه جوهرياً والواقع في مجال ما وراء الطبيعة ، متطابقة مع حدود قدرة امقتنا على الادراك ؟ يجب ان يترك الأمر حراً لكل شخص لأن يرى أو لا يرى ضرورة لافتراض سبب للكون يقع خارج نطاق عالم الاختبار وإن يطلق على هذا السبب التسمية التي يشاؤها وأن يستخلص من قراءه هذا ما يشاء أيضاً . لكن من يفترض مرة مثل هذا السبب عليه ان ينطلق من انه ينطبق على كامل الكون بغض النظر عن حجم المجال الذي يتمكن الدماغ البشري عند مستواه الحالي في هذه المرحلة من التطور من استيعابه .

من البديهي ان المقصود لم يكن كذلك في الأصل بل ان كل هذا قد حصل ، كما قلنا ، لأن بعض اللاهوتيين قد سطحو الأمر في الماضي إلى أبعد الحدود ، لأنهم لم يحاولوا اقناع البشرية ، التي بدأ إعانها يتزعزع ، بالاعتقاد بالله والایمان بوجوده بل حاولوا البرهان عليه . كانت النتائج بائسة وعزنة . لم يزل أنصار وخصوم الدين حتى اليوم يلجأون عند مناقشة المواضيع الدينية إلى العلم كشاهد على صحة أقوالهم . اتنا نرى انه ليس لأي من الطرفين أدنى الحق بذلك . على المتدينين أولاً أن لا يتزعموا بمقدار شعرة واحدة اذا ما حصل التقدم العلمي ضمن الحقيقة . وإلا أين م يصل؟ اذا كان الخالق الذي نتحدث عنه الأديان موجوداً فإن وجوده لا يمكن ان يتأثر بالمستوى الذي بلغته علوم الأحياء على الأرض في هذه اللحظة من التاريخ .

من الناحية الثانية اذا كانت لأحد العلماء وجهة نظر الحادية فإن هذا حق طبيعي له ومشروع ، لأن ما من أحد يمتلك ما يستطيع نقضه . أما عندما يعتقد هذا العالم انه يستطيع ان يعمل قناعاته بالوسائل

العلمية - ولو مهما تعددت جوائز نوبل التي يحملها - فإنه ميقع ببساطة ضحية للخطأ الفكري الذي تحداه عنه .

على من يعتقد ان لديه إحساساً بوجود سر خلف الفجوة ، التي تعاني منها معارفنا بخصوص الأشكال الحياتية الأرضية الأولى ، ان يأخذ كل ما ذكرناه بعين الاعتبار . إن العلم لم يبلغ اليوم بأي حال من الأحوال نهايته القصوى بعد . عندما نضع في اعتبارنا انه لم يمض على بداية التاريخ البشري المتواصل سوى عدة آلاف من السنين وان الطريقة العلمية في التفكير لم تبدأ إلا في القرون الأخيرة من هذا التاريخ ، عندئذ نستطيع أن نتبى الرأي بأن العلم وبالتالي معارفنا حول أنفسها وحول العالم المحيط بنا لم تزل اليوم في بداياتها الأولى . لذلك من البديهي ان تكون معارفنا ناقصة وملئمة بالفجوات . على ضوء ذلك لا نستطيع بالطبع منع أحد من أن يسد هذه الفجوات في تخيلته بنكهات تتطابق مع رأيه المسبق وتؤكد ظاهرياً أحكامه المسبقة . أما من ينظر إلى تاريخ العلم حتى مستواه الحالي متحرراً من أية أحكام مسبقة ، كما فعلنا في الصفحات السابقة من هذا الكتاب ، فإنه سيقي نفسه من السقوط في هذا المزلق . من الناحية الأخرى فإن تقينا للنقطة المطروحة هنا للمناقشة ليس مطلقاً ، اذ مهما كانت علومنا فتيّة فإنها قد قدمت لنا فعلاً المعلومات الأولى حول هذه المرحلة القابعة في ضباب الماضي السحيق والتي انتقلت فيها المادة من الحالة اللاحية الى الحالة الحية . في هذا العالم لا يضع أي شيء . ما من شيء حصل في أي وقت من الأوقات إلا وترك بعد انقضائه أثراً ما تدل عليه . والمطلوب هو فقط كشف وإيجاد هذه الآثار وتعلم طريقة قراءتها.وما لا شك فيه ان العلم قد تقدم في هذا المجال في الاوقات الأخيرة بضع خطوات مذهلة .

هكذا اكتشف العلماء في السنين الأخيرة الآثار الأولى لتطور الحياة المبكر قبل ثلاثة ونصف مليار سنة . علاوة على ذلك فقد نجحوا في أن يشقوا من هذه الآثار المعلومات الأولى التي تبين كيف سارت الأمور في هذه الخطوة الهامة من التطور . ان الصدى الأول الذي بدأنا نسمعه بفضل هذه الدراسات الحديثة حول ذاك الماضي البعيد هو جدال عارم لا رحمة فيه . اما التكنيك الذي استخدمه العلماء لالتقاط هذا الصدى فإنه مذهل ، لكن ما يبعث أكثر على الدهول هو المكان الذي اكتشف فيه هذا الأثر . إنه الانسان ذاته . كل منا ، وكذلك جميع الكائنات الحية الموجودة اليوم ، بدون استثناء ، يحمل في داخله آثار ما حصل على الأرض آنذاك قبل حوالي 4 مليار سنة .



٧. الجزينات الحية

يوجد في مقاطعة ماري لاند على الساحل الأمريكي الشرقي بلدة صغيرة تحمل اسماً جميلاً هو سيلفر سبرينغ . هناك تقيم مارغريت دايوف ، في الخمسين من العمر ، متروجة من فيزيائي وأم لإبتين يافعتين . من يلتقي مع هذه السيدة لقاء سطحياً قد يتأثر بجذائبتها كأم متزنة لكنه لن يحظر بباله أن من تقف أمامه هي واحدة من أكثر العائلات الأمريكيات عمقاً وأصاله . السيدة دايوف هي أستاذة في الكيمياء العضوية ورئيسة لقسم بحوث الطب البيولوجي في المعهد الوطني المرموق التابع لمركز العلوم الأمريكي بيتسدا .

من يزور المخبر الذي تعمل فيه السيدة دايوف يجد أمامه تجهيزات غير اعتيادية . لا هي ولا مساعدوها يستخدمون أنابيب التفاعل اللازمة عادة لكل مخبر . لا يوجد في غابر قسم الكيمياء العضوية الذي تديره السيدة دايوف أية مواد كيميائية ولا أية مستحضرات بيولوجية . أدوات العمل الوحيدة التي يستخدمها فريقها هي حاسب الكتروني حديث عالي الاستطاعة ومجموعات من الآلات الحاسبة الإضافية . إن الجوهر غير الاعتيادي لهذا المخبر البيولوجي غير الاعتيادي هو نتيجة لحظارة مثيرة لرئيسته : لا تقوم السيدة دايوف بدراسة الكائنات الحية وإنما بدراسة التمثل العضوي لأحياء الأرض الأولى المفترضة منذ زمن بعيد .

قد يبدو هذا الموضوع للوهلة الأولى خيالياً لكن ما قلناه هو الحقيقة ويجب أن يفهم بالمعنى الحرفي للكلمة . لقد نقلت الحواسيب الالكترونية الحديثة هذه المهمة التي كانت تعتبر قبل بضع سنوات طوباوية إلى مجال البحث العلمي الجاد . كانت المقدمة الوحيدة لهذا العمل هي الحظارة الخلاقة باستخدام الحواسيب الالكترونية والاستفادة من سرعتها الحاسوبية التي تفوق جميع المقاييس البشرية لتحقيق هذا الهدف . حصلت السيدة دايوف على هذه الحظارة قبل بضع سنوات وهي تعمل منذئذ مع بعض

المساعدين يجعلد في هذه المهمة الجريئة وقد حققت فعلاً بعض النجاح ، حيث أن الاختصاصيين في جميع أنحاء العالم أخذوا يتابعون نتائجها باهتمام متزايد .

يقوم حل هذه الأحجية على «التحليل المتتالي لأجسام بروتينية نوعية» . لا شك أن مثل هذا التحليل يتطلب في المختبر الكيميائي أيضاً كفاءة علمية وفنية عالية ، لكن فهم المبدأ الذي يقوم عليه بسيط للغاية . نستطيع لهذا الغرض أن نطلق من مفهوم نعرفنا عليه سابقاً وهو «عطلة التفاعل» الموجودة لدى أغلب العمليات الكيميائية .

لا شك أن هذه العطلة التفاعلية هي من حسن حظنا لأن علمنا بدونها ما كان يستطيع البقاء متأسكاً . لو كان الصدا ينخر الحديد خلال ثوان وكان الأوكسجين يتحد مع الهيدروجين في كل الأحوال ويدون مدّهما بالطاقة ، ولو كانت العناصر الكيميائية والجزيئات الموجودة تتفاعل مع بعضها البعض في كل لحظة بدون أية عوائق ، لعمت سطوح الأرض الفوضى الكيميائية الشاملة . لا نستطيع تحت مثل هذه الشروط أية بنية أو أية منظومة من الاستمرار . على العكس من ذلك لو سيطر الحمول التفاعلي الكامل أي لو تألف العالم من «العناصر الكريمة» فقط لكان علماً لا يخضع للتغيرات ولا يمتلك القدرة على التطور . نستطيع عند هذه النقطة من التسلسل الفكري الذي نقوم بعرضه أن نلاحظ أن الاستعداد «المتوسط» للتفاعل الموجود لدى معظم العناصر والجزيئات هو إحدى المقدمات الأساسية التي تقوم عليها حياتنا . لولا قدرة العناصر المختلفة على التأثير والتأثر والاتحاد مع بعضها البعض لما حصل أبداً التطور الذي نعتبر نحن البشر إحدى نتائجه . بالمقابل فإن حداً أعلى للسرعة التي تحصل فيها هذه التفاعلات لا بد منه كي تتمكن مركبات من النشوء والاستمرار زمناً كافياً لكي تشكل نقطة انطلاق الخطوة التالية . غير أن سرعة التفاعل «المتوسطة» هي مفهوم نسبي . إننا لا نمتلك أي مقياس موضوعي يمكننا بغض النظر عن مدلول هذه السرعة بالنسبة لنا ذاتنا وبالنسبة لاستقرار عالمنا ، من الحكم على السرعة بأنها «عالية» أو «منخفضة» . إننا نحكم دائماً على سرعة الحدوث قياساً إلى «الفترة الحياتية» التي فطرنا عليها .

تنقضي الثانية بالنسبة لنا بسرعة لأن حياتنا ، إذا بلغنا «العمر الانجيلي» ، تحتوي على حوالي ٢,٥ مليار من مثل هذه الثانية . أما المليون عام فهي «طويلة» بالنسبة لنا لأن عمرنا لا يتجاوز واحد إلى عشرة آلاف من هذه المدة . لكي عمرنا متعلق بدوره أيضاً بالسرعة المحددة بحكم قوانين الطبيعة لتشكل وتفكك وتعميض الروابط الكيميائية التي يقوم عليها وجودنا ذاته .

على هذا الأساس فإن السرعة الوسطية التي تتفاعل فيها العناصر والروابط الكيميائية مع بعضها البعض ليست المقياس النموذجي لسرعة جميع التطور في العالم وحسب بل المقياس لما يبدو لنا على أنه «سريع» أو «بطيء» . إننا لا نعرف لماذا تحصل التفاعلات الكيميائية بهذه السرعة بالتحديد وبالضبط وليس بسرعة أخرى . لكن السرعة التي تحصل فيها هذه التفاعلات هي المقياس البديهي لكل الزمن البيولوجي وبالتالي لأعمارنا ذاتها .

أما الآن فلنعد إلى موضوعنا الأصلي . لقد ابتعدنا عنه أقل مما قد يبدو للبعض . إن علاقة الترابط

الالزامي بين الهدف بأن يمنح العضو الحي في مجرى التطور على الأقل استمرارية معينة دنيا وبين سرعة التفاعل الكيميائي المفروضة مسبقاً يضع الطبيعة أمام مشكلة تناقض ظاهري . إن مسألة الاستمرارية ، أي العمر النسبي للكائن الفرد ، تؤهله لإنتاج عضوية يجب أن يكون عمرها الإجمالي ، مع مراعاة الفروق بين الأنواع المختلفة ، قصيراً نسبياً ، وقصيراً بالنسبة لسرعة التحولات الكيميائية .

لكن على الجانب الآخر يحتاج العضو الحي لكي يتمكن من عبور زمن عمره القصير إلى تفاعلات كيميائية شديدة التعقيد لا حصر لها في التنوع والكم ، التي تشكل مجملها تمثله العضوي والتي عليها بدورها أن تتم - بالنسبة لعمره - بسرعة هائلة . في هذه الحالة فقط تتأمن المرونة الحركية للعضو الحي وتكفيه المتواصل مع شروط الوسط المتغيرة ومدة باستمرار بالطاقة اللازمة من مصادر الطاقة المختلفة المحيطة به .

لهذه الأسباب يتوجب على الطبيعة لكي تنتج عضواً وتحافظ عليه حياً أن تعمل في نفس الوقت بمقاييس زمنية مختلفة تماماً . عليها أولاً أن تجعل المكونات الأساسية للبني الحية تعيش فترة كافية مستمرة لكي يتوفر لدى الكائن الحي الزمن اللازم للنمو والتضخم ولكي يستطيع ، إن أمكن ، اكتساب الخبرة والتكاثر . لولا هذه الوظيفة لتوقف التطور . أما من الناحية الثانية ولتحقيق هذه الوظيفة يجب أن تحصل في الكائن الحي ذاته عمليات كيميائية تفوق سرعتها سرعة التغير الكيميائي «الاعتادي» بملايين المرات .

لقد سبق ورأينا في مثال مدرس الكيمياء ، الذي يسخن أنبوب الاختبار كي يمكن تلاميذه من متابعة عملية حصول التفاعل ، إن تسريع التفاعل الكيميائي ممكن ميدئياً . تقف الطبيعة بالمقابل أمام مهمة أحداث التبدلات الكيميائية في الخلية الحية بسرعة أكبر بكثير ضمن حرارة ثابتة هي حرارة الجسم وفي وسط حيادي «مناسب للنسج» ، أي أن العمل بمواد معادية كالحموض والأسس مثلاً يجعل العملية غير ممكنة .

هناك أرقام مذهلة تبين كيف تمكنت الطبيعة من تنفيذ هذه المهمة . لقد أصبح ممكناً في السنين الأخيرة قياس السرعات التي تحصل فيها التبدلات الكيميائية العضوية في الخلية . حصل الكيميائي الألماني مانفريد آيفن في عام ١٩٦٧ على جائزة نوبل تقديراً له على هذا الإنجاز . لقد فاجأت الأرقام المقاسة من قبله حتى المختصين من العلماء ، إذ أن هناك تفاعلات ذات أهمية بيولوجية فائقة تحصل خلال واحد من مائة ألف من الثانية . هذا يعني أن هذه التفاعلات تحصل في الخلية أسرع مليون ، أو حتى مليار ، مرة مما يجب أن يكون في الحالة «الاعتادية» .

إن تسريع التفاعلات الكيميائية إلى هذا المقدار يقع خارج إمكانات علم الكيمياء الحالي على الرغم من أن طرفها قد اكتشفت حتى حدود ما هو قابل للتصور . لقد طورت الطبيعة قبل ٤ مليار سنة طريقة تقنية لحل هذه المسألة التي بدونها لبعي نشوء الحياة غير ممكن . كانت المادة التي استخدمتها الطبيعة للوصول إلى الحل هي ما يسمى «الأنزيمات» . والأنزيمات هي أجسام آحينية بتركيب محدد تماماً وهي تعمل ك «محرضات» . يقصد الكيميائيون بهذا التعبير تلك المواد الكيميائية التي لديها القدرة على إحداث

التفاعل الكيميائي أو على تسريعه دون أن تدخل هي ذاتها في الروابط الجديدة الناشئة . تؤثر المحرضات ، التي منها مثلاً الإنزيمات ، (يوجد أيضاً عرضيات غير عضوية) بمجرد تواجدها . أما هي ذاتها فلا تتغير ولا تستهلك . مجرد حضورها يكفي لإحداث تفاعل ، خلال جزء من عشرة آلاف من الثانية ، ما كان ليحصل ضمن الظروف العادية بأي حال من الأحوال . هناك خاصة أخرى مدهشة لهذه المحرضات الكيميائية ، أو هؤلاء «الوسطاء» هي أن الكمية من هذه الأنزيمات اللازمة لإحداث تفاعل معين ضئيلة بصورة لا يتصورها العقل . في الحلية تكفي عادة بضع جزئيات منها .

مهما بدت هذه الخواص مدهشة فإنها لم تعد منذ بضع سنوات مبهة . لقد وصلت علومنا الكيميائية اليوم إلى مستوى أصبحنا معه نعرف كيف يحقق الأنزيم هذه الانجازات المدهشة دون أن يستهلك ذاته . نحصل العملية بأن يرتبط جزيء من الإنزيم للحظة قصيرة جداً مع جزيء من المادة المتوجب تفاعلها . لقد سبق وذكرنا أن الروابط الكيميائية بين المواد المختلفة تحصل بالاتحاد الكهربائي للفقشور الالكترونية لأغلفة الذرات أو الجزيئات المشاركة . على هذا الأساس يتعلق الاستعداد وبالتالي السرعة التي يحصل فيها هذا الاتحاد ببساطة بمدى تطابق وتلازم حالات الشحن الكهربائي في أغلفة ذرات مادتي التفاعل مع بعضها البعض .

بذلك يمكن كامل سر تأثير الأنزيم في أنه يغير الحالة الكهربائية في غلاف مادة التفاعل ، إذ أن حالته الكهربائية هو بالذات مكونة بشكل أنه يؤثر على حالة غلاف مادة التفاعل ويضعها تماماً في الحالة التي تناسب الاستعداد الفيزيائي أو الكيميائي الأمثل للتفاعل . يحصل كل هذا بالسرعة التي تحصل فيها العمليات الكهربائية أو تغيرات الشحن الكهربائي وهي مبدئياً سرعة الضوء .

هذا يعني ، في الأبعاد الصغيرة التي تدخل هنا على المستوى الجزيئي في العملية ، إن الشحن الكهربائي في غلاف مادة التفاعل يتغير خلال واحد من مليون من الثانية فوراً ما يرتبط بها الأنزيم . لكن منذ هذه اللحظة تصبح مادة التفاعل على درجة من الاستعداد للاتحاد تطابق الحالة القصوى الممكنة ، وفق قوانين الطبيعة ، بالنسبة لها على الإطلاق . بناء على ذلك ونخلال جزء من مائة ألف من الثانية يحصل ، في حال وجود الشريك المناسب للتفاعل ، الاتحاد بين المادتين المشاركتين . غير أن لهذا الاتحاد نتيجة أخرى على درجة عالية من الدهاء وهي أن جزيئة الأنزيم تفقد مكانها على غلاف الجزيئة الجديدة التي صنعتها هي نفسها وتصبح زائدة . لذلك تنفصل عن غلافها دون أن يحصل عليها أي تغيير وتصبح جاهزة فوراً لإعادة نفس العملية ونفس السرعة مع مادة تفاعل جديدة .

تشكل التفاعلات «المحرزة انزيمياً» هذه الطريقة الأساس الذي يقوم عليه التمثل العضوي ، أي مجمل العمليات التي تقوم عليها «الحياة» . إنها تمكن من قيام الحالة المتناقضة ظاهرياً ، التي يكتسب فيها الكائن الحي المؤلف من مكونات كيميائية استقراراً (مؤقتاً) على الرغم من أن تفاعلات كيميائية متواصلة ومتتابعة تحصل بسرعة هائلة بينه وبين محيطه من جهة وفي داخله ذاته من جهة أخرى .

عندما نريد أن نفهم كيف تسير الأمور في داخل كائن حي ، وليكن جسمنا ذاته مثلاً ، نبدأ عادة بدراسة وظائف أجزائه أو «الأعضاء» وعلاقاتها ببعضها البعض . ندرس الكيفية التي تتمكن الرئة

بواسطتها عن طريق التنفس من تزويد الشعيرات الدموية المنتشرة فيها بالهواء الجليد مرة تلو المرة وباستمرار . نستطيع بالبحوث الكيميائية أن نتأكد أن الدم المتدفق من الأمعاء الدقيقة إلى الكبد يحمل المواد الغذائية التي يعالجها الكبد كيميائياً ويخلصها من نواتج الهدم الضارة . ونكتشف أخيراً أن النظام الوظيفي لكل هذه الأجزاء وتعاونها المنسجم يتحقق عن طريق القيادة المركزية للدماغ الذي يوفق بين جميع الوظائف المتفردة ويوحدها في كل متوافق نحو الخارج والداخل بواسطة التهييج العصبي المنقول كهربائياً وبواسطة مواد كيميائية لنقل المعلومات تسمى الهرمونات .

كانت هذه أيضاً في تاريخ الطب والبيولوجيا المرحلة الأولى من الفهم . غير أنه لم يمر زمن طويل حتى لاحظ الناس أنهم لم يحققوا كثيراً من المعرفة بما كشفوه على هذا المستوى . كيف ينتقل الأوكسجين من الهواء إلى الدم الذي يوزعه في جميع أنحاء الجسم ؟ ماذا يحصل فعلاً في الكبد ، ماذا نعني بشكل ملموس عندما نقول إن الكبد يخلص الغذاء من النفايات ؟ كيف يعمل الدماغ وكيف يبلغ التهييجات العصبية إلى جميع مناطق الجسم ؛ من أية نقاط تنطلق هذه الأوامر المختلفة التي يسيطر بواسطتها هذا العضو القائد على وظائف جميع الأعضاء محققاً الانسجام بينها ؟

اكتشف البيولوجيون عند متابعتهم لهذه الأسئلة بواسطة المجاهر خلف الأشكال المرئية الدقائق على مستوى الخلية التي لا ترى بالعين المجردة . تبين أن جميع الأعضاء وجميع النسيج تتألف من خلايا مجهرية صغيرة . لكن أهم اكتشاف كان يكمن في أن كل عضو يتألف من خلايا ذات نوعية خاصة متميزة لا تقبل التبدل ، حيث أن عينة صغيرة جداً ، عملياً خلية واحدة ، تكفي لكي يعرف المختص ما إذا كان ما يدرسه هو قطعة من الكبد أو عينة من الرئة أو خلية من الدماغ مثلاً .

غير أن هذا أدى إلى استنتاج مُرضٍ إلى أقصى درجات الرضى وهو أن خلايا الأعضاء المختلفة أشكالاً مختلفة ومظهراً متميزاً مختلفاً لأن على كل منها أن تؤدي وظيفة تختلف تماماً عن وظيفة الأخرى . لقد توغل العلماء باكتشافهم الخلية إلى الأبعاد المختبئة خلف الواجهة المرئية للأعضاء (والاستوى الخلوي) ، الأمر الذي مكّنهم ليس من إدراك الوظائف التي تقوم بها الأعضاء المعنية وحسب بل وفوق ذلك من إدراك الكيفية التي تتم فيها هذه الوظائف .

بذلك انفتح أمام أعين علماء البيولوجيا المندشرين عالم واسع جديد . لقد شاهدوا كيف تتلاصق الخلايا الدموية المتحركة في الشعيرات الدموية الدقيقة المنتشرة على سطح الرئة الخارجي مع الغشاء الرئوي الرقيق الذي يغير سطحه من الجانب الآخر هواء الشهيق الذي يحتوي الأوكسجين . شاهدوا في مجاهرهم كيف تنقلص الخلايا العضلية وكيف أن آلاف وآلاف من هذه الخلايا تصطف بجانب بعضها البعض في صفوف متوازية تماماً لكي تتعاون على تنفيذ الأمر الذي وصلها من العصب الممتد عبرها . شاهدوا كيف تنظم خلايا الكبد على شكل مصافي غذية أنبوبية تصب الأوعية الدموية في نهاياتها الخارجية المواد الغذائية بينما تقوم القناة الغذائية في الوسط بفصل الشوائب الناتجة عن التصفية وإعادتها عن طريق

المراة إلى الأمعاء ثانية . واكتشفوا للخلايا العصبية أذرعاً يبلغ طولها حتى نصف متر تستطيع أن تصل إلى كل نقطة من نقاط الجسم وتجري فيها الإشارات الكهربائية التي ترسلها «المراكز المخية» .

قدمت هذه الاكتشافات على هذه المستويات الجديدة للعلماء فهماً جديداً شاملاً لما هي «الحياة» . عند النظر عبر المجاهر تبين لهم أن حياة الكائنات المريية من بشر وحيوانات ونباتات هي محصلة لتعاون عشرات لا بل مئات مليارات الخلايا المنفردة غير المريية التي تخصصت في وظائفها تخصصاً عالياً لدرجة أن أي منها لم تعد قادرة على الحياة منفردة . أصبحت المهمة الجديدة للعلماء الآن هي فهم وظائف الخلايا المنفردة وطريقة تعاونها لأن المجال المريي من العالم لم يقدم تفسيراً للحياة . بدا لهم آنذاك أن من يستطيع أن يعرف لماذا ويتأثر أية عوامل تمكنت هذه الخلايا اللاحصر لها ، والتي تولدت جميعها لدى كل كائن حي منفرد من خلية واحدة (بويضة) ملقحة ، من أن تتطور تطوراً هادفاً إلى كثير من الأنواع المختلفة من الخلايا العالية التخصص الوظيفي ، من يستطيع تفسير كل ذلك يكون قد ملك سر الحياة .

لم تزل مسألة التنوع الخلوي هذه بدون حل حتى اليوم . لكن علماء البيولوجيا اكتشفوا أن سر الحياة لا يمكن تفسيره على المستوى الخلوي أيضاً . إذا كانت دراسة الخلية تكفي لفهم وظيفة العضو فإن هذا لا يعني البتة أننا نكون بذلك قد بلغنا نهاية المطاف لجميع التساؤلات . إذ كيف تعمل الخلية ذاتها؟ كيف تنجز مهامها وما هي العوامل التي تنظم وظائفها المتعددة في كل واحد منسجم ؟

اكتشف العلماء أن عليهم أن يفوضوا إلى أعماق أبعد ، إلى ما تحت المستوى الخلوي ، الذي هو نفسه لا يرى إلا بالمجاهر ، إذا أرادوا أن يجدوا أجوبة لهذه التساؤلات . كانت هذه الفكرة هي بداية ما يسمى اليوم «البيولوجيا الجزيئية» . كانت الشريحة التالية الأعمق التي أمل العلماء أن يتعرفوا بواسطتها على الأساس ، الذي يقوم عليه وجود الخلية المنفردة وعلى الكيفية التي تؤدي فيها وظيفتها ، هي الجزيئة . هنا في هذا المجال الواقع بعيداً تحت مستوى الخلية يجب أن تحصل جميع العمليات التي تقوم عليها جميع أنواع الحياة بكل ما لهذه الكلمة من معنى . بما أننا لا نعرف حتى اليوم أي شيء حول الشريحة الواقعة تحت هذا المستوى فإنه سيكون مشروعا أن نفترض بأن جميع المسائل والتساؤلات المتعلقة بالحياة ستكون في هذا المستوى قابلة للصياغة بشكلها النهائي والآخر .

لم تزل «البيولوجيا على المستوى الجزيئي» أو «البيولوجيا الجزيئية» اليوم في بداياتها . لكن خطواتها الأولى قدمت لنا أفكاراً انقلابية . وهذه أيضاً هي إشارة إلى أن البحوث البيولوجية هنا قد بلغت فعلاً المستوى الأخير الأساسي حقاً لكل أنواع الحياة . بالإضافة إلى اكتشاف الشيفرة الوراثية («تخزين» مخطط بناء الكائن الحي وخصائصه الموروثة في جزيئات محددة [«جينات» أو «مورثات»] في نواة الخلية) ، ثم أيضاً كشف طريقة عمل الاينزيمات .

إننا لا نعرف اليوم أين يكمن سر «التفاعل المعرض أنزيمياً» وحسب بل نعرف في عدد من الحالات تركيب الأنزيم ونعرف تلك الخصائص المتميزة في تركيبه التي تمنحه قدرته التحفيزية . علينا أن نعالج

هذا الموضوع بتفصيل أكثر دقة . سوف نتعرف عندئذ ليس فقط على الخط الأقصى الذي بلغته بحوث الحياة حتى اليوم ، بل سنختبر أيضاً ، كما سبق وقلنا ، بصورة غير مباشرة شيئاً عن نشوء الحياة ، شيئاً عما حصل آنذاك على الأرض قبل زمن لا نستطيع تصوره ، قبل ٤ مليار سنة .

سنستطيع بعدئذ ليس فقط فهم كيف أن السيدة دايوف تمكنت بمساعدة أجهزتها الحاسوبية من معرفة شيء عن التمثل العضوي لأنواع من الحيوانات المفترضة بل سنصادف إمكانية تلوخيالية لكنها قد تصبح حقيقة مؤكدة في المستقبل البعيد وهي أننا قد نتمكن في مخبرنا من تحضير حيوانات العالم الأولى ، الديناصورات ، والطيور الأسطورية الأولى وربما أيضاً أسلافنا البرمائية ونتمكن بذلك من إجراء الدراسات التجريبية المباشرة على التاريخ البدني للحياة الأرضية .

٨ . الخلية الأولى ومخطط بنائها

ليست الأنزيمات ، شأنها شأن جميع الأجسام الأحيوية الأخرى ، سوى جزئيات سلسلية من الحموض الأمينية . أما الحموض الأمينية التي تمثل الحلقات المفردة لكل هذه الجزئيات السلسلية فهي بدورها على شكل سلاسل قصيرة . لكن الحلقات الخمس - أمينية في جزيئة الأنزيم ليست مصطفة طولانياً بجانب بعضها البعض وإنما «مشكوكة» عرضانياً بحيث تنتصب نهاياتها دائرياً في جميع الاتجاهات كشعر الفرشاة التي تستعمل في تنظيف القوارير . وبما أن النهايات هي نهايات لحموض أمينية مختلفة فإن أغلفتها تكون تبعاً لذلك ذات شحنات كهربائية مختلفة . غير أن الشحنات الكهربائية المختلفة إما أن تتنافر أو تتجاذب .

تؤدي هذه القوى الكهربائية الدافعة والجاذبة الموزعة بصورة غير منتظمة على كامل طول السلسلة الإنزيمية إلى جعل الإنزيم لا يمتد كخيوط نظيف وإنما يتعرج ككبة الحيطان التي تبدو وكأنها مشربكة . بهذه الطريقة من التعرج تقترب فجأة من بعضها البعض حموض أمينية محلاة تماماً كانت مواقعها في الحبل الجزيئي في الأصل متباعدة . لهذا التكبيد نتيجة ذات أهمية حاسمة بالنسبة لتأثير الإنزيم ، لأن الحموض الأمينية المقترنة من بعضها بهذه الطريقة تشكل ما يشبه «كلمة التعارف» أو «كلمة السر» للجزيئة الإنزيمية أو «مركزها النشط» .

أية حموض أمينية من أصل العشرين حمضاً التي تتعامل معها الطبيعة تشكل المركز النشط للإنزيم ويأتي تسلسل تنظم هناك ؟ جواب هذا السؤال يحدد «الخاصية النوعية» أو «اختصاص» الإنزيم ، أي يحدد مع أية مواد يستطيع أن يرتبط وأية تفاعلات كيميائية يجرى مع هذه المواد . لقد ذكرنا حتى الآن فقط أن الأنزيم يستطيع أن يسرع التفاعل الكيميائي تسريعاً عالياً . نضيف الآن إلى هذه المهمة الملتهمة مهمة بيولوجية أخرى لا تقل عنها أهمية تتعلق بالخاصية النوعية أي باختصاص كل أنزيم . يختلف تركيب المراكز النشطة للأنزيمات اختلافاً كلياً من حالة إلى أخرى، ويمكننا لغرض الإيضاح تشبيهها بالاختلافات

الموجودة بين أسنان مفاتيح الأمان المعقدة المختلفة . كل مفتاح من هذه المفاتيح يناسب حصراً قفلاً واحداً فقط لا يمكن فتحه إلا به . أما الأنزيمات فهي مفاتيح التمثل العضوي ، إذ يؤثر كل واحد منها على مادة تفاعل واحدة محددة تماماً ويخطط معها خطوة كيميائية وحيدة محددة تماماً أيضاً .

يوجد أنزيمات لا تعمل لها البتة سوى نقل الأوكسجين . هناك أنزيمات أخرى تؤمن ترابط حموض أمينية محددة تماماً بتسلسل محدد تماماً أيضاً (وتؤدي بذلك إلى نشوء أجسام آحينية معينة) . وهناك أنزيمات تساعد على تشكل جزيئات الحموض النووية . وغيرها تقوم بنقل الهيدروجين أو مجموعات كاملة من الميثيل CH_3 . ويوجد أنزيمات أخرى تساعد على انشطار جزيئات النشا أو على تغيير الشكل الفراغي لجزيئات أخرى بطريقة محددة تماماً وذات أهمية بيولوجية فائقة .

كما لا شك فيه أن لهذا التنوع في الاختصاصات ، الذي يؤدي إلى وجود أنزيم خاص لكل تفاعل بيولوجي يستطيع هو وحده تحريضه وبالتالي إحداث التغير الكيميائي على مادة تفاعل واحدة محددة ، سبباً قابلاً للكشف بسهولة . لا نحتاج إلا أن نفكر قليلاً بالظرف البيولوجي للمحوس الذي يترجم على الأنزيمات تنفيذ مهمتها فيه . علينا أن نعلم أن قطر الحفلة المنفردة لا يزيد وسطياً عن واحد من عشرة من المليمتر . في هذا الحجم الضئيل يجب أن تحصل في كل ثانية مئات وآلاف التفاعلات الكيميائية بجانب بعضها البعض دون أن يضايق أي منها الآخر .

يتم تفكيك سكر العنب والعودة به إلى حمض اللبن ، حيث يتحرر جزء من الطاقة التي تنتج بها عضلاتنا عملها ، في ما لا يقل عن إحدى عشرة خطوة كيميائية متتالية مختلفة ، وتحصل كل خطوة من هذه الخطوات بتأثير أنزيم خاص معين . لا شك أن ما تصرفه الطبيعة هنا كبير جداً ، لكن ما هي الامكانات الأخرى للعقولة التي تتيح حصول مثل هذا العدد الكبير من العمليات الكيميائية المعقدة في وقت واحد بطريقة منظمة في هذا المكان الضيق ؟

يعرف البيولوجيون اليوم أكثر من ١٠٠٠ أنزيم وجميعها سلاسل مكونة دائماً من نفس الحموض الأمينية العشرين . الشيء الوحيد الذي يفرقها عن بعضها هو التسلسل الذي تصطف بموجبه الحموض الأمينية العشرين مشكلة سلسلة الجزيئة الانزيمية . غير أن هذا التسلسل للحموض الأمينية يحدد ، بناء على ترتيب الشحنات الكهربائية الناتج عنه ، بدقة فيزيائية الطريقة التي تتعرج فيها الجزيئة السلسلية مشكلة الكبة . لكن هذا بدوره يحدد أية حموض أمينية من الحبل الطويل تتعاون لتشكيل مركز الجزيئة النشط (يحدد الشكل الذي تتخذه أسنان كل مفتاح من مفاتيح التمثل العضوي) . بسبب هذه العلاقة يحدد مجرد التسلسل ، الذي تتشكل فيه حلقات الانزيم الحمض - أمينية ، الموقع والطريقة التي يتدخل فيها الانزيم في عملية التمثل العضوي للخلية .

لذلك يقول البيولوجيون أن التأثير النوعي (الاختصاصي) للانزيم يكون مشفراً (مرمزاً) في التسلسل الذي تتخذه الحموض الأمينية المركب منها . نستطيع ان نبر عن نفس المضمون بقولنا ، إن الجزيئة الانزيمية «تخزن المعلومات» ، التي تستطيع بموجبه ان تحدد نوع التأثير والمادة المتوجب احداث التأثير عليها ، في صيغة اصطفاك للحموض الأمينية محدد بدقة تامة .

المستوى الجزئي هو مجال يقع بعيداً في العمق تحت ظواهر العالم المرنى ولم يمر زمن طويل بعد على تعرفنا على حقيقته. ان الشروط السائدة في هذا الموقع القابع بعيداً خلف واجهة المراثيات اليومية بدأت تتكشف بصورة غير مباشرة لعلماء البيولوجيا الجزئية منذ بضع عقود من الزمن بعد جهود مضنية وبعد استنباط طرق غنية بالأفكار. لقد تبين ان هنا، على هذا المستوى الأولي البعيد عنا جداً، تخزن معلومات متنوعة ومنظمة بطريقة يكون فيها لكل اشارة محددة، أو تسلسل محدد، معنى محدد لا ينطبق على الاشارة ذاتها المستخدمة للتخزين (أي ان التخزين يتم بطريقة رمزية). لا شك ان هذا الاكتشاف ذو أهمية هائلة لم يتكشف كامل أبعاده بعد. سنعود مراراً فنياً بعد إلى التحدث عن مداليل هذه الحقيقة.

لقد أدى اكتشاف المستوى الجزئي كقاعدة أخيرة لكل العضوية الحية إلى تغيير مفهومنا عن معنى والحياة بمقدار لا يقل عما فعله قبل ذلك اكتشاف الخلية. في المرحلة الأولى من المعرفة بدا البشر والحيوانات كنوع من الآلات المعقدة. كانوا يتألفون من أعضاء تم التعرف على وظائفها بعد بحوث طويلة دامت عدة قرون. كان التعاون المنسق بين جميع هذه الاعضاء يشكل الكائن الحي كما تشكل الاسطوانات والمرجل والملابس والصمامات والجذع المعقوف والشجرة ذات العقد والخ... بعملها الايقاعي المنسق الآلة البخارية (وإن كان الأمر لدى الكائن الحي أكثر تعقيداً لكن المبدأ واحد، هكذا بدا الأمر آنذاك).

بعد ذلك برز بالضرورة السؤال عن الطريقة التي تعمل فيها الاعضاء المنفردة. نتج عن هذا السؤال اكتشاف تركيبها الخلوي. بذلك تغيرت الصورة جلياً حيث بدا الانسان والحيوان وايضاً النبات على ضوء هذا الاكتشاف دفعة واحدة على انها محصلة لاتحاد عدد كبير من الخلايا المجهرية الصغيرة، أو كنوع من المستعمرات التي يحتوي كل منها على عشرات آلاف الخلايا التي وزعت العمل بين بعضها بطريقة عالية التخصص واتحدت في نظام هرمي شديد الانضباط. لقد تضاعفت جهود هذه الخلايا التي تشكل مجتمعة هذا الكيان الهرمي لدرجة لم تعد معها اية حلية منها قادرة على الحياة بمفردها. سيظهر لنا الكائن الحي مختلفاً مرة أخرى عندما نراقبه من منظور المستوى الجزئي. غير ان هذا لم يعد ممكناً إلا بمساعدة المخيلة، أي التصور التخيلي، لأن ما من اداة بصرية، حتى ولا المجهر الالكتروني، يمكننا من مشاهدة نشاط الوحدات التي تتكون منها الحياة العضوية في هذا المستوى. تقوم الحياة هنا على الشريحة الدنيا من الواقع. أما الوحدات التي تتألف منها فهي الجزئيات المنفردة. لانستطيع ان نتصور مستوى آخر تحت هذا المستوى.

عندما ننقل بافكارنا إلى هذا المستوى نجد ان «الحياة» هي تعبير عن النشاط المتواصل الذي لا يهدأ لآلاف وآلاف الجزئيات الانزيمية التي تخوض في كل ثانية في أضيق المكان ملايين التحولات الكيميائية. سنجد حولنا غابة، شديدة التداخل والتشربك، من الجزئيات السلسلية اللاحصر لها التي ترتبط دائماً مع جزيئات جديدة لمادة التفاعل، تقوم بتحويلها بسرعة البرق، ثم تعيد نفس العملية بعد واحد من مائة الف من الثانية مع مادة جديدة وهكذا. قد يتولد لدينا الانطباع للوهلة الأولى بأننا نقف في مركز عالم نعهه الفوضى.

غير اننا عندما نمنع التلقيق ونتمكن من تكوين صورة شاملة عما يحصل نكتشف ان ما يبدو شديد الفوضى يخضع في الواقع لقواعد شديدة القسوة . انه ليس فوضوياً بل يجري بنظام دقيق مذهل بما يشبه تقريباً حركات آلاف الرياضيين الذين يقومون بحركات رياضية مختلفة في ملعب كبير . عندما نفق بينهم نظن ان الفوضى تتم كامل المكان، لكننا عندما نراقبهم من مكان بعيد نكتشف ان كل شيء يحصل بايقاع منظم منسق .

بهذه الطريقة المنسقة تحصل النشاطات النوعية لجميع الجزئيات الانزيمية في الخلية بحيث تستطيع الخلية كوحدة وظيفية نشيطة الاستمرار في الوسط المحيط بها . تقوم مجموعة من الانزيمات بمهمة انتاج الجسيمات البروتينية وكذلك السكريات والدهون وما بينها من الروابط المعينة ، التي تتألف منها الخلية مع جميع اجزائها و «عضياتها» .

تقوم مجموعة أخرى بتوجيه وقادة التمثيل العضوي في جسد الخلية . تقوم الخلايا المكلفة بهذه المهمة بالمحافظة على استمرار التحولات الكيميائية التي تستمد الخلية منها الطاقة التي تحتاجها . انها تتوسط لاستقبال الجزئيات المولدة للطاقة من الوسط المحيط ، تساعد على تفكيكها في الميول الخلوية وعلى تعويض وتبديل اجزاء الخلية التي اصبحت ضارة .

قد نتوصل ، فور ما نتعرف على هذا النظام ، إلى الحكم بأن النشاط الذي لا ينضب لكل هذه الجزئيات الا حصر لها ليس له في نهاية المطاف سوف غرض واحد هو تأمين الوسط الذي يجعل كل هذه النشاطات تجري بفعالية وبدون اية مضايقات . تحقق جميع هذه الجزئيات مجتمعة ، فيما يشبه الدارة المغلقة ، هدفاً واحداً وحيداً وهو المحافظة على بقائها ذاتها وعلى عملها المنتظم ضد الاخطار الفيزيائية والكيميائية التي تتهددها من قبل عوامل كثيرة مختلفة في الوسط المحيط بها . بذلك تمثل الخلية عند النظر اليها «من هنا من تحت» الوحدة المتكاملة الصغرى الممكنة التي نستطيع ان نضع لها مثل هذه التحديدات تجاه العالم المحيط .

لقد اصبحت اليوم اصل النظام السائد في هذا العالم الجزئي معروفاً ايضاً . إنه يكمن في نواة الخلية . هنا «يتخزن» خطط بناء الخلية ووظائفها بكل تفاصيله . علينا ان لا ننصور وكأنه يوجد هنا خطط للخلية وتفاصيلها . لا يوجد في اي مكان من نواة الخلية ما يمكن ان يكون مثلاً صورة للخلية الحقيقية مصغرة إلى مقياس الجزئية . ماذا ستكون الفائدة لو وجدت مثل هذه الصورة ؟ كيف كان يجب ان يكون المفعول البيولوجي لـ «خطط» هذا المعنى الخفي للكلمة وكيف ستكون ترجمته إلى واقع ممكنة ؟ هنا ايضاً نجد أمناً مرة أخرى مخططاً بصيغة «رموز» ، أي بصيغة اشارات تعني أشياء لا تتطابق معها ذاتها . هنا ، في نواة الخلية حلت الطبيعة ايضاً هذه المسألة التجريدية بأن خزنت المعلومات اللازمة بواسطة الاصطفاغ ، أي بالتسلسل الذي تتخذ الوحدات الاصغر . يحصل ذلك إذن وفق نفس المبدأ الذي نستخدمه نحن في علمنا ، ذي المقاييس الأكبر بأرقام فلكية ، وبمساعدة وعينا القادر على التجريد ، لتخزين الكلمات والمفاهيم بواسطة الكتابة .

ايضاً بواسطة الكتابة ، في نصوص هذا الكتاب مثلاً ، يتم تخزين المعلومات ذات التنوع اللا محدود

تقريباً بمساعدة عدد محدود من الاشارات (٢٥ «حرفاً») بشكل ان تسلسلاً معيناً للحروف (= كلمات) «يعني» مفاهيم محددة . هنا أيضاً لا تتطابق الاشارات والمعنى بل ان علاقتها ببعض هي نتيجة لصدفة تاريخية تطويرية طويلة .

ليس هناك أي تشابه بين الحرف آ والصوت الذي نطقه عند قراءته ، أي الصوت الذي يرتبط به . لهذا السبب يتوجب علينا تعلم معناه بعناية في المدرسة . كذلك تسلسل الحروف ط-ب-ي-ع-ة لا يشترك بأي شيء مع المفهوم الذي «نخزنه» بهذا التسلسل . هذا هو السبب لتعدد اللغات لأن نفس المفاهيم يمكن تخزينها بتسلسلات مختلفة للاشارات لا حصر لها . إن عدد الامكانيات المتوفرة لترميز نفس المفهوم وفق مبدأ تسلسل معين خمسة وعشرين حرفاً هو من الناحية المبدئية كبير بدرجة فلكية . على الناحية المعاكسة توفر لنا هذه الحقيقة الامكانية لا ستنتاج وجود قرابة بين اللغات عندما نعرّ لديها على تقارب في تسلسل الحروف المعبر عن نفس المفهوم . نظراً للعدد الهائل من الامكانيات المتوفرة في اللغة والكتابة لترميز هذا المفهوم فإن التشابه في التسلسل بين أكثر من لغة أو كتابة لا يمكن أن يعود إلى مجرد الصدفة المحضة . بل ان التفسير الوحيد لذلك يكمن في الافتراض بأن الشعوب التي استخدمت ترميزات متشابهة لنفس المفهوم يجب ان تكون قد احتكت مع بعضها تاريخياً لا بل ان هناك احتمالاً بأن تكون ذات أصل مشترك .

من المعلوم ان علماء اللغة قد طوروا انطلاقاً من هذا المبدأ علماً مستقلاً يكتهم بواسطة الدراسات المقارنة لأصول الكلمات (= تسلسل الحروف) من التعرف على تفرعات الأصول وروابط القرى بين مختلف الحضارات البشرية . إنهم يعيدون اليوم بهذه الطريقة تصميم تفاصيل مثيرة للدهشة للعلاقات البشرية والتبادل الثقافي بين الحضارات المنقرضة منذ عشرات الآلاف من السنين والتي لم تترك فيها عدا ذلك أي أثر على الاطلاق . ان الكلمات هي اليوم ، من هذا المنظار ، «مستحاثات» متبقية من اللغات الحضارية ما قبل التاريخية .

لنعد الآن بعد هذا الخروج القصير عن الموضوع (الذي ستدرك أهميته لاحقاً) إلى نواة الخلية التي تحتوي وخططه بناء الخلية . كما تعلمنا جميعنا في المدرسة فإن هذا المخطط ، أو بجمل الخصائص الوراثية للخلية ، مخزن في الجينات (المورثات) التي تتجمع في نواة الخلية مشكلة الكروموزومات (الصبغيات الوراثية) التي يمكن رؤيتها بالمجهر تحت شروط معينة . لقد حقق علماء البيولوجيا الجزيئية انجازاً مذهلاً بأن عرفوا الشكل الذي يُسجل فيه مخطط البناء في هذا الجزء من الخلية . هنا أيضاً وجدوا مرة أخرى «اشارات» يحتوي اصطفافها أو تسلسلها على معلومات حول جميع مكونات وخصائص الخلية . لكن هنا لم تكن الحموض الأمينية ، كما هو الأمر في الانزيمات المؤلفة من بروتينات ، هي التي تشكل الحلقات وانما وحدات جزيئية أخرى هي النوكليوتيدات (النواتيات) ذات المحتوى الاسي . يطلق الكيميائيون على الجزيئة السلسلية التي تتألف حلقاتها من مثل هذه النواتيات تسمية الحموض النووية .

هنا ، في جزيئات الحموض النووية في نواة الخلية ، يُخزن مخطط بناء الخلية بصيغة ما يسمى «الشيفرة الوراثية» . إن جزيئات التخزين هي بالتحليل الدقيق حموض نووية ريبية منقوصة الأوكسجين

د ن س (يشذ عن ذلك بعض الفيروسات التي يتخزن مخطط بنائها في جزيئة حمض نووي-دهني [ر ن ص]).

تستخدم الأسس الموجودة في الحلقات النووية كحروف . إذا ما فكرنا بالعدد الهائل لأشكال الحياة نفاجاً للوهلة الأولى بالعدد الضئيل للأسس : إنها فقط أربعة أسس مختلفة ترمز الطبيعة بواسطتها خصائص ومظهر جميع أشكال الحياة التي وجدت على الأرض في كل تاريخها الماضي والتي ستوجد عليها في كل تاريخها المستقبلي .

لكن عدد الحموض الأمينية التي تشكل قطع بناء أية خلية حية هو أيضاً فقط عشرون حمضاً ، كما سبق ورأينا . غير أن إنتاجها يمكن توجيهه بواسطة تعليمات مركبة من أربعة حروف فقط (طبعاً بترتيبها الكيفي مع جواز تكرار الحرف) عندما نضع في اعتبارنا أننا نستطيع أن نشكل من ٤ حروف ما لا يقل عن ٦٤ كلمة مؤلفة من ٣ حروف .

لقد سلكت الطبيعة بالضبط هذا الطريق ، حيث تستخدم دائماً ٣ أسس (تشفير ثلاثي) أي كل شيفرة تتألف من ثلاث اشارات) لتشفير واحد من الحموض الأمينية العشرين التي تشكل قطع البناء اللازمة . لكن بما أنه من الممكن بواسطة ٤ أسس مختلفة تشكيل ليس فقط ٢٠ وإنما ٦٤ شيفرة ثلاثية مختلفة ، يبقى لدى الطبيعة عملياً ٤٤ شيفرة ثلاثية فائضة .

إنه حقاً مثير أن نعرف ماذا فعلت الطبيعة بهذا الفائض : لقد استخدمت ٤١ منها لتشفير حموض أمينية معينة تشفيراً مزدوجاً ، أي تشفيرها مرتين ، وأحياناً ثلاث مرات (بالنسبة لهذه الحموض الأمينية يوجد إذن في نواة الخلية رمزان أو ثلاثة رموز لها جميعها نفس المعنى) . سيصينا الدهول عندما نعلم أن الطبيعة قد استخدمت هذه الامكانية انطلاقاً من المبدأ القائل : «المدرّوز مرتين يكون أهنر» ، إذ أن علماء البيولوجيا الجزئية لاحظوا أن هذا التشفير المضاعف يتركز بصورة خاصة على الحموض الأمينية ذات الأهمية البيولوجية المتميزة .

ماذا بشأن الشيفرات الثلاثية الثلاثة المتبقية ؟ إنها تستخدم للتنقيط (لوضع نقطة بين جملتين) . تماماً وحرفياً ! أننا نجدها في جزيئات د ن س السلسلية الطويلة جداً دائماً في المواقع التي تنتهي عندها تعليمات بناء جسم بروتيني ما ، انزيم مثلاً ، وتبدأ تعليمات بناء بروتين آخر . بفضل هذا التنقيط تستطيع جزيئة د ن س واحدة تتكون سلسلتها من عدة ملايين من الشيفرات الثلاثية أن تحتوي مخططات بناء عدد كبير من الجسيمات الأمينية المختلفة دون أن تتداخل التعليمات المختلفة مع بعضها البعض .

نستطيع ان نلخص ما قلناه عن «الحياة على المستوى الجزئي» كما يلي : تقوم الحموض النووية الربيبية منقوصة الاوكسجين د ن س الموجودة في نواة الخلية بتخزين سلاسل محددة تماماً من الحموض الأمينية في هيئة شيفرات ثلاثية أسسية . وفقاً لهذا النموذج تستطيع الخلية تشكيل جميع الأجسام البروتينية التي تحتاجها لتجديد بنيتها ، وبالدرجة الأولى تشكيل الانزيمات . لكن بما أن تسلسل الحموض الأمينية في الانزيم محدد ، كما رأينا سابقاً ، في نفس الوقت وظيفتها الكيميائية النوعية (اختصاصها) فإن الحموض

النوية د ن س تمجد تمجيداً كلاً بواسطة الشيفرات الثلاثية الأسسية الممكنة البالغة ٦٤ شيفرة ليس فقط بناء الخلية وإنما أيضاً مجمل وظائفها ونشاطاتها .

نستطيع أن نتبين على ضوء العملية الحسابية التالية ما هي الاحتمالات المختلفة الممكنة عند استخدام «كتابة» مؤلفة من ٤ حروف فقط : نتيج ٤ حروف (أسس) استخدام ٦٤ شيفرة ثلاثية مختلفة . هذا العدد يمكن تشفير جميع الحموض الأمينية العشرين مرة واحدة على الأقل وتشفير الهام منها لزيادة الأمان أكثر من مرة . لنفترض الآن أن الأنزيم ، الذي يستتجه الحموض النووية د ن س من هذه الحموض الأمينية العشرين ، يحتوي على ١٠٠ حلقة (حمض أميني) عندئذ يتوفر لخواص الأنزيم ، ضمن الشروط التي شرحناها ، عدد من الامكانيات المختلفة يفوق في كبره الأرقام الفلكية مراراً عديدة . من السهل البرهنة على ذلك . عندما تتوفر الامكانية لترتيب عشرين حمضاً أمينياً مختلفاً ترتيباً كيفياً (حيث يكون تكرار استخدام نفس الحمض مسموحاً) في مائة موقع ، فإننا نحصل ، حسب قواعد الرياضيات الحسابية ، على عدد من الامكانيات المختلفة قدره ١٠٠٢٠ . أي أننا نستطيع ، بكلمات أخرى ، ضمن الشروط المذكورة انتاج ١٠٠٢٠ من الانزيمات ذات التسلسلات الحمض - أمينية المختلفة وبالتالي ذات الخصائص البيولوجية المختلفة .

١٠٠٢٠ هو عدد يحتوي ١٣٠ صفراً . لا يوجد حتى اسم لهذا العدد المائل الذي يفوق كل تصور غير أن مقارنة مع الأرقام الفلكية يمكن أن تعطينا فكرة عن ضخامة هذا العدد . مرت منذ حصول البيغ نانغ (الانفجار الكوني الأول) حوالي ١٠٠ ثانية . أي أن العدد ١ مع ١٧ صفراً يكفي للتعبير عن عدد الثواني التي انقضت منذ نشوء الكون وحتى الآن .

مقارنة أخرى : يقدر الفيزيائيون عدد الذرات الموجودة في مجمل الكون ب ١٠^{٨٠} ذرة . بذلك فإن عدد الانزيمات المختلفة التي يمكن تشكيلها من ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً ، في حال كون سلسلة كل أنزيم مؤلفة من ١٠٠ حلقة ، يزيد بالتأكيد عن عدد الذرات الموجودة في مجمل الكون أضعافاً مضاعفة تفوق التصور .

على هذا الأساس لا توجد اذن أية صعوبات في ان نتصور انه من الممكن ضمن الظروف المتوفرة تخزين الاستعدادات الوراثية والخصائص ، والوظائف والتركيب لجميع الكائنات الحية ، التي وجدت على الأرض في كل ماضيها الطويل أو التي ستوجد في كل المستقبل اللاحق لهذا الكوكب ، دون أن تتعرض عملية التطور لأية قيود في عملية الاختيار أو تجد أي تضيق في الاحتمالات الممكنة . بهذه الطريقة تحل الحموض النووية (د ن س) لنواة الخلية بواسطة فقط ٦٤ وكلمة تشفير مختلفة ، أو شيفرة ثلاثية ، شكل ووظيفة الخلية المنفردة ؛ وتمجد فوق ذلك بالنسبة للكائن الحي المتعدد الخلايا مخطط بناء عضويته بكاملها .

رغم ذلك فإن العلاقة بين حموض (د ن س) والانزيمات ، أي بين «مركز القيادة» في النواة والبنى البروتينية المعقدة التي تشكل جسم الخلية ، ليست أحادية الاتجاه ، كما قد يكون الأمر قد بدا حتى الآن ، لأننا إذا ما تابعتا مراقبة ما يحصل على مستوى الجزيئة نكتشف أن الفضل في وجود الحموض النووية ذاتها

يعود إلى الانزيمات . إن الحمض النووي (د ن س) هو أيضاً جزئية عملاقة معقدة يعتمد تركيبها ويقاؤها وتكاثرها على النشاطات التحفيزية النوعية للانزيمات المتخصصة .

بذلك ينقل الجهاز الجزيئي ، الذي تمثله ، من هذا المنظور ، الحلية كاصغر وحدة حية ، بواسطة هذه العلاقة المتبادلة بين الانزيمات والحموض النووية (د ن س) ، ينقل في ذاته ويصبح وحدة وظيفية مستقلة . تقوم الحموض النووية بتوجيه انتاج الانزيمات وغيرها من البروتينات وتقوم الانزيمات بدورها ببناء البروتينات (وبعضها من المكونات الخلوية) وبناء الحموض النووية أيضاً . إن هذه العلاقة «الديالككتيكية» المتميزة بين الحموض النووية والبروتينات هي ، بالقدر الذي تتيحه معارفنا عن البيولوجيا الجزيئية من اعطاء حكم ، واستناداً إلى كل الاستنتاجات المحتملة ، الجذر الأولي ، أي القاعدة الدنيا ، لما نسميه حياة . عندما نريد تخطيط الحدود الفاصلة ، رغم كل المصاعب التي تعترضنا ولأسباب مبدئية عند إقامة مثل هذه الحدود ، بين المادة اللاحية والبنى المادية الحية فإن وضعها هنا سيكون المكان الأكثر معقولة ومنطقية .

من الواضح أن الحموض النووية هي جزيئات تمتلك خصائص مثل للتخزين . كما ان البروتينات تصلح ، ضمن شروط بيولوجية ، بسبب تنوعها وميزاتها الأخرى لأن تكون قطع بناء مناسبة بصورة خاصة . لقد سبق وشرحتنا بالتفصيل في القسم الأول من هذا الكتاب كيف تم في مجرى التاريخ الأرضي المبكر النشوء اللاعضوي لمليين النوعين من الجزيئات وتجميعها على سطح الأرض . في وقت ما قبل ٣,٥ أو ٤ مليار سنة يجب أن تكون هاتان الجزيئتان قد التفتتا ضمن ظروف مكنت قدرتها الفارقة على التكامل من التفاعل والعمل لأول مرة . اننا لا نعرف حتى اليوم أي شيء عن نوعية هذه الظروف . لكن ما من شك فيه ان هذا اللقاء قد اطلق الشرارة الأولى التي بدأ بها ما نسميه اليوم التطور البيولوجي . يجب ان تكون الخطوة التالية قد حصلت بأن انعزلت عن محيطها الدورة البروتينية - الحمض - نووية القادرة على البقاء مستقلة بالطريقة التي شرحناها . لم يحصل هذا بالتأكيد دفعة واحدة ، وإنما ضمن خطوات تطورية صغيرة كثيرة انطلاقاً من المقتدمات الأولى . لقد لعب في هذه العملية المبدأ الذي نسميه اليوم «الاصطفاء الطبيعي» دوراً حاسماً مرة أخرى .

يجب ان تكون آنذاك البنى الجزيئية المختلفة المجموع والتعقيد ، المؤلفة من اتحاد متكامل (يكمل بعضه بعضاً) من اجزاء بروتينية - حمض - نووية تحافظ على بعضها بصورة متبادلة ، قد بقيت دائماً في عمل نشيط متواصل طويل كلما اتاحت لها الصدف الفرصة لأن تحمي دورتها الكيميائية من مضايقات التأثيرات الخارجية . كان تقدم صغير ، أي حماية ضئيلة ، يؤدي اوتوماتيكياً إلى تطويل الفترة الزمنية التي تبقى فيها آلية التعاون بين الحموض النووية والبروتينات قائمة وفعالة . غير أن هذه الحالة كانت تعني في كل مرة تزايد مركبات الجزيئات المستفيدة من هذا الظرف . بهذه الطريقة ازداد ببطء عدد مركبات الجزيئات التي تمتلك هذه الخاصية البناية أكثر مما عداها من المركبات الماثلة التي لم تتمكن من التحسن . لكن العملية تكرر مرة أخرى على هذا المستوى الجديد من التقدم المحقق . أصبحت الآن اتحادات الجزيئات المفضلة ، التي غمكت كنتيجة للمقتدمات الأولى من الانعزال عن الوسط المحيط بها

متقدمة بذلك على منافساتها المتضررة ، في المقدمة مشكلة «التورم» أي «المعيار» . غير ان هذا المعيار «تراجع» بدوره إلى الصفوف الخلفية فور ما ظهرت البنى الأولى التي تمكنت من التفوق عليه في اية نقطة أخرى في مجال الاستقلال . هذا هو ما يسميه البيولوجيون التطور : الأجدود هو عدو الجيد . تقريباً على هذا الشكل يجب ان تنصور الخطوات الأولى على طريق تشكل الخلية كأصغر وحدة للأشكال الحية . لم تكن للخلايا الأولى نواة ولا «عضيات» (اجزاء خلوية خاصة ذات وظيفة نوعية شبه عضوية) . لم تكن على الأرجح أكثر من كيس مجهري صغير مملوء بخليط من البروتين والحموض النووية . كل هذا كان محاطاً بغشاء يؤمن الحماية ضد المؤثرات الخارجية غير المرغوبة غير انه على الجانب الآخر يسمح بدخول جزيئات صغيرة معينة تمثّل الخلية بالمواد الأولية وبالطاقة (والمواد الغذائية) اللازمة لعمل الروابط البروتينية - الحمض - أمينية الذي لا يتوقف . لقد كان هذا الغشاء «نصف نفوذ» ، كما هو الأمر حتى اليوم لدى جميع الخلايا الحية بغض النظر عما طرأ عليها من تحسينات أخرى خلال هذه المليارات الثلاثة من سني التطور .

اننا لا نعرف حتى الآن كيف تم الانتقال من الجهاز الحمض - آميني - البروتيني «العاري» (وبالتالي المعرض بسهولة للأخطار الخارجية) إلى الخلية الأولى المحصورة ضمن غشاء يجعلها مستقلة وعمية إلى حد كبير تجاه الوسط المحيط بها . غير أن الشيء الوحيد المؤكد هو أن هذا الانتقال قد حصل فضلاً . علاوة على ذلك توجد دلائل تشير إلى أن هذه الخطوة الحاسمة في تاريخ التطور قد حصلت أيضاً بالطريق الطبيعي الصحيح .

تمثل الروابط الجزيئية التي هي بحجم المركبات البروتينية - الحمض - نووية لأسباب فيزيائية إلى أن تحيط نفسها بغلاف مائي رقيق قليل الكثافة . ثم تقوم الشحنات الكهربائية الموزعة على السطح الخارجي لمثل هذه الجزيئة باعطاء هذا الغلاف السائل طابع الغشاء الجليدي المتناسك نسبياً . حتى عندما تكون الجزيئة عائمة في محلول مائي تحتفظ على سطحها الخارجي بهذا الغشاء الجليدي المائي . أما الآن فيكفي وجود آثار ضئيلة من مواد دهنية معينة (ليبيدات) في المحلول ليغطي على هذا الغلاف تماسكاً أكبر . تمثل الليبيدات إلى الانتشار على السطح الخارجي بين طبقتين مشكلة غشاء جزيئياً رقيقاً . وهي لذلك تفعل هذا أيضاً هنا في المنطقة الفاصلة بين المحلول المائي الذي تسبح فيه الجزيئة وبين غطائها السائل . لتحقيق هذا الغرض تنتظم جميع الجزيئات الليبيدية ، خاضعة للشحنات الكهربائية المختلفة على نهايتها ، بدقة تامة بحيث تبرز إحدى نهايتها في المحلول الحر بينما تتوجه الأخرى نحو الداخل باتجاه الجزيئة التي تحيط بها كاملة الآن .

بذلك يكون قد تشكل الغلاف الأول حول المركب البروتيني - الحمض - نووي ، وهو غلاف يمتلك من بعض النواحي خواصاً مشابهة للغلاف البيولوجي النموذجي ذي الطابع النصف - نفوذ . إن غشاءه بدائياً كهذا الجلد الليبيدي الجزيئي الذي وصفناه هنا يمكن تحضيره في أي وقت ويدون اية صعوبات تجريبيّاً في المختبر . إذا ما درسنا خواصه نجد أنه يسمح لجزيئات معينة بالنفوذ (أي بالدخول إلى الخلية) بينما يشكل حاجزاً منيعاً ضد جزيئات أخرى . لذلك نجيز لأنفسنا الاستنتاج ان الخطوة الهامة ، التي

مهدت في ذاك العمر المبكر للحياة الطريق لاستحلال الخلية المنفردة ، قد انطلقت من الخواص البسيطة نسبياً ، والناشئة بصورة طبيعية الزامية ، لهذا النوع من الطبقات الحدودية الفاصلة بين وسطين . جميع الخطوات اللاحقة كانت نتيجة لمبدأ الانتقاء (الاصطفاء) الذي شرحناه والذي كان لديه حتى اليوم أكثر من ٣ مليار سنة من الوقت كي يؤثر في اتجاه التحسين المتواصل لغلاف الخلية وجميع مكوناتها الأخرى . هذا هو جوهرياً كل ما نستطيع ان نقوله اليوم حول نشوء الخلية الحية الأولى . إنه ليس بالشئ الكثير . لكنه يكفي ، كما يبدو لي ، لأن يجعلنا نفتتح ان الحياة حتى في هيئة الخلية الأولى أيضاً لم تهبط من السماء - ولا في أي معنى من معاني هذه الكلمة .

إن الخلايا الأولى ، التي وجدت على الأرض ، لم تنشأ بالتأكيد بتدخل هيئة فوق طبيعية في مسار التطور الجاري «طبيعياً» حتى ذاك الوقت ، قامت ببلر هذه الخلايا في خبايا الطبيعة . من ناحية أخرى نستطيع ان نقول أيضاً ان الخلية الأولى لم تهبط من السماء لأن ظهورها لم يكن يعني على الاطلاق ظهور شيء جديد تماماً ، شيء مختلف مبدئياً في جوهره عن كل الاشياء الأخرى الحاصلة قبله خلال مليارات السنين .

إننا لن نستطيع فهم التاريخ الممتد من بداية العالم ، منذ الانفجار الكوني الأول ، على الأرجح ، ١٣ مليار سنة - اننا ننتهز كل فرصة ممكنة لإدراك معناه الحقيقي - إذا لم نضع دائماً نصب أعيننا أن الأمر يتعلق فعلاً بـ «تاريخ» بالمعنى الأصلي لهذه الكلمة : يتعلق بتطور مغلق في ذاته مترابط داخلياً متتابع بشكل منطقي صحيح حيث تنبثق كل خطوة فيه من الخطوات التي سبقتها وفقاً لقوانين منطقية . لقد كانت الخلية الحية الأولى بدون أي شك الوريث الشرعي للهيدروجين أيضاً .

٩. أخبار عن العظائيات

أخيراً توفرت لدينا الآن جميع المقدمات التي نحتاجها كي نستطيع ان نفهم ما تفعله السيدة دايوف بالحواسب الالكترونية التي تملا عبرها في بيتسدا ، أي ان نفهم كيف سيكون ممكناً إحياء الماضي ثانية بمساعدة والتحليل المقارن لسلاسل الحموض الأمينية - اليوم وضمن المدى المنظور بالمعنى المجازي فقط ، أما في المستقبل البعيد فقد يحصل هذا فعلاً بالمعنى الحرفي للكلمة .

لقد تمكن العلماء في العقد الأخير بواسطة تكتيك رفيع للتحليل الكيميائي من التعرف بشكل ملموس على الصفوف التي تشكلها الحموض الأمينية في سلسلة إنزيم معين . علينا ان نتخيل ماذا يعني ذلك ، قد يحتوي مثل هذا الانزيم على ٧٠ أو ١٠٠ أوريا أكثر بكثير من الحلقات . إذا ما تمكن العلم من التعرف على كل حلقة من هذه الحلقات ، أي إذا عرف الحمض الأميني الذي تتكون منه كل حلقة منها ، عندئذ يكون قد عرف التسلسل الذي تتتابع فيه هذه الحموض الأمينية ضمن الحبل الجزيئي الدقيق ويكون بذلك قد حقق إنجازاً مذهماً .

ماذا سيستفيد العلماء من هذه النتيجة وما هي الآفاق الجديدة التي فتحتها بها هذا التكتيك التحليلي أمام العلماء وأمامنا جميعاً ، هذا ما نريد النظر اليه عن كتب على مثال الانزيم الذي أطلق عليه العلماء اسم «سيو كروم سي» . من الممكن مبدئياً اجراء نفس التحليل على أي أنزيم آخر . يصلح سيو كروم سي كمثال مناسب بصورة خاصة ببساطة لأنه قد درس وحلل جيداً بالطريقة الجديدة لدى معظم أنواع الحيوانات .

سيو كروم سي هو إنزيم تنفسي يكمن تأثيره النوعي في أنه يتوسط لانتقال الأوكسيجين الذي يحمله الدم إلى داخل الخلية . يتألف هذا الانزيم (كما يشير المخطط على الصفحة ١٨١) لدى جميع الكائنات الحية تقريباً من ١٠٤ حلقات ؛ يوجد في بعض الحالات الشاذة عدد من الحلقات الإضافية . لقد عبّرت في المخطط المشار اليه عن الحموض الأمينية العشرين التي يتألف منها أيضاً سيو كروم سي بواسطة ٢٠

رمز مختلف . لسنا بحاجة لأن نتمتع بمعرفة أي رمز يعبر عن أي حمض أميني . المهم هو أن كل رمز يعبر عن حمض أميني معين وهو يتواجد دائماً في المخطط في الموقع الذي يتواجد فيه الحمض الأميني الذي يعبر عنه ويتكرر كلما تكرر .

إذا ما قمنا بإجراء مقارنة بين الصفوف المجمعة في هذا المخطط ، والتي تتسبب جميعها إلى ١١ فصيلة مختلفة ، فإننا سنلاحظ من النظرة الأولى شيئاً يثير الدهول : يشير المخطط إلى أن عملية التنفس الداخلي ، أي انتقال الأوكسجين إلى داخل الخلية ، يتم لدى جميع الكائنات الحية المدروسة ، من الإنسان حتى خميرة الخبز ، بتحرير نفس الأنزيم . تنطبق هذه النتيجة بلا استثناء ليس فقط على سيتو كروم سي وعلى الفصائل المبنية في المخطط وإنما أيضاً على جميع الأنزيمات الأخرى وعلى جميع الفصائل والأنواع التي تمت دراستها بهذا التكنيك .

صحيح أن التسلسل لا يطابق مائة بالمائة بين أي صفتين من الصفوف الأحد عشر المبنية في المخطط ، كما يتضح عند فحصه . غير أنه نظراً للعدد الهائل من الامكانات المختلفة المتوفرة لتوزيع ٢٠ حمضاً أمينياً على ١٠٠ موقع فإن التشابهات التي تواجهنا كبيرة لدرجة أنها لا يمكن أن تعود إلى مجرد الصدفة . عندما نتحقق في تدقيق المخطط نكتشف بسرعة حقيقة هامة أخرى : يتزايد عدد الفروق في صفوف الحموض الأمينية من الأعلى إلى الأسفل . يختلف سيتو كروم سي لدى الإنسان عنه لدى القرد

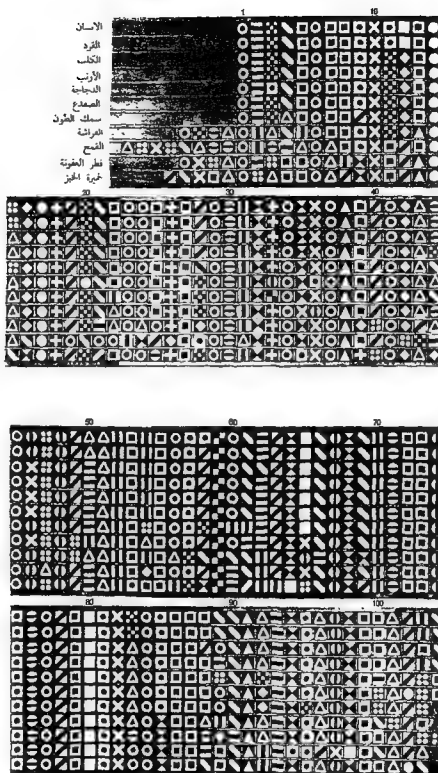
شرح مخطط سيتو كروم سي

بين المخطط تركيب سيتو كروم سي لدى ١١ فصيلة مختلفة من الإنسان حتى خميرة الخبز . سيتو كروم سي هو أنزيم ، أي جسم بروتيني ذو تأثير بيوكيميائي نوعي : لا غنى عنه لانتقال الأوكسجين في عملية التنفس الداخلي للخلية .

سيتو كروم سي هو أيضاً ، شأنه شأن أي جسم بروتيني آخر ، جزيئة سلسلية مركبة من حموض أمينية . قمنا في مخططنا بالتعبير عن العشرين حمض أميني المختلف ، التي يتألف منها ، بواسطة عشرين رمزاً تصويرياً مختلفاً . يبين من النظرة الأولى أننا نجد مراراً كثيرة في المواقع المتشابهة من الجزئية أنواعاً متماثلة من الحموض الأمينية . يبين التمييز الدقيق أن عدد التطابقات يكون أكبر كلما ازدادت قرابة الأنواع المقارنة مع بعضها البعض والعكس بالعكس .

بين الإنسان والقرد يوجد (في هذا الأنزيم) اختلاف واحد وحيد (في الموقع رقم ٥٨) . إذا ما قارنا في هذا المخطط الإنسان مع الكلب نجد فروقاً في ١١ موقع من السلسلة الجزئية المألوفة من ١٠٤ حلقات (مواقع) ، وهكذا تبعاً من صف إلى صف . (لقد تم ترتيب الفصائل في المخطط حسب التسلسل التافهسي لقرائنها) . لكن حتى لدى المقارنة بين سيتو كروم سي لدى الإنسان ولدى خميرة الخبز نجد عدداً كبيراً مثيراً للانتباه من الحلقات السلسلية المتطابقة .

تبرهن الدراسات الاحصائية على أن هذا التقارب لا يمكن أن يعود إلى مجرد الصدفة . على العكس من ذلك فإن المخطط يشير بصورة واضحة ومقنعة أن جميع أشكال الحياة الأرضية تتحد من أصل واحد ، أي أن جميع العضوية الحية ، من الإنسان حتى خميرة الخبز ، يجب أن تجمعها روابط القرى مع بعضها البعض . أما الفهم الدقيق لهذه المسألة والاستنتاجات التي نستخلصها منها فستقوم بشرحها في النص .



الهندي بحمض آميني واحد وحيد . يرتفع عدد الفروق بين الانسان والكلب الى ١١ فرقاً وهكذا تتابع الأمور من صف الى صف .

نستطيع أن نستخلص من هذه الخصوصيات سلسلة كاملة من الاستنتاجات ذات الاهمية البالغة . أول هذه الاستنتاجات هو أن جميع أشكال الحياة الأرضية تنحدر عن أصل واحد . يجب أن تكون واحداً الخلية والأسماك والحشرات والطيور والثدييات وكذلك البشر ذاتهم وجميع النباتات قد انحدرت من شكل بدئي للحياة واحد وحيد ، أي عن خلية بدئية شكلت الجذ المشترك لجميع أشكال الحياة الموجودة اليوم . في وقت ما من الماضي السحيق ، عندما بدأت الحياة بتثبيت أقدامها على هذا الكوكب ، يجب أن تكون قد وجدت لحظة توقف فيها مستقبل جميع أشكال الحياة التي نعرفها اليوم على الفرص المتاحة لبقاء هذه الخلية المجهرية الصغيرة .

نستطيع أن نستخلص هذا الاستنتاج بنفس الحق ونفس الثقة التي يفعلها عالم اللغة عند اكتشافه تطابقاً في تسلسل الحروف بين لغتين مستتجاً أن لها خلفية ثقافية مشتركة أي ماضياً تاريخياً مشتركاً . إن تطابق صفوف الحموض الأمينية في سيتوكروم سي ، الذي نجله (التطابق) في جميع الفضائل البيولوجية المعروفة هو برهان قاطع على انحدار جميع هذه الفضائل البيولوجية من جد واحد مشترك . ليس هناك أي تفسير آخر لهذه الظاهرة التي تتأكد مرة تلو المرة لدى دراسة أي من الانزيمات الأخرى . من البديهي أن لهذه الانزيمات الأخرى تركيباً مختلفاً عن تركيب سيتوكروم سي لكنها بدورها متماثلة عملياً لدى جميع أنواع الكائنات الحية (بخض النظر عن بعض الفروق الطفيفة الموجودة هنا أيضاً) .

غير أن الدراسات الانزيمية لم تؤكد حتى هنا سوى فرضية واحدة نتجت في سياق كشف الشيفرة الوراثية وهي أن «اللغة» التي تكتب بها هذه الشيفرة هي نفسها لدى جميع أشكال الحياة ، أي أن الشيفرة الثلاثية الأساسية التي تستخدم لتوفير حمض أميني معين وتعني نفس هذا الحمض في كامل نطاق الطبيعة الحية ، سواء تعلق الأمر بالبيكتريات أو الزهور أو الأسماك أو الانسان . هذا التطابق ، هذا والطابع الاسييراتي (اسييراتي هي اللغة الدولية) للشيفرة الوراثية لا يمكن تفسيره إلا بالفرضية القائلة أن لجميع الكائنات الحية الحالية سلف مشترك واحد وورث عنه جميعها بالتحديد والضغط هذه الصيغة (من بين الامكانات اللاحصر لها من الصيغ) لترجمة الحموض الأمينية الى شيفرات ثلاثية أساسية .

لكن بينما تكون الترجمة في حالة الشيفرة الوراثية متطابقة حرفياً لدى جميع الأنواع بدون استثناء فإنه يوجد لدى الانزيمات ، وأيضاً في سيتوكروم سي ، اختلافات صغيرة بين نوع ونوع . وعندما بدأ العلماء بتكوين الأفكار حول هذه الفروق بدأت المسألة تكتسب أهمية متزايدة .

كان السؤال المطروح يدور بالطبع حول سبب هذه الفروق . إن الخلية الأولى التي رُكبت لأول مرة الانزيم سيتوكروم سي واستخدمت لتنفسها الداخلي أعطت صفه بدون شك في صيغته الأصلية إلى جميع خليفها المباشر . من أين جاءت إذن هذه الفروق التي نلاحظها اليوم لدى الأنواع المختلفة ؟ جواب هذا السؤال شديد البساطة : بواسطة التبدل المفاجيء ، أي القفزات الوراثية الطارئة ، أو ما يسمى «الطفرة» .

كان واضحاً منذ البداية ان تبديل مكان الحمض الأميني في السلسلة لم يكن ممكناً في كل موقع من الجزئية الانزيمية دون أن ترتب عليه نتائج بالغة الأهمية . إن التغيرات المفاجئة التي تؤدي إلى مثل هذا التبديل يجب ان لا تحس مثللاً الحموض الأمينية التي تشكل المركز النشط للانزيم. أو علينا ان نقول بتعبير أصوب : لا يوجد حقاً قوة في العالم تستطيع ان تمنع حصول هذا التبديل المفاجيء أيضاً في هذا الموقع الحاسم بالنسبة لوظيفة الانزيم ، غير انه من الثابت ان التبادل الحاصل بهذه الطريقة لا يستطيع الانتقال وراثياً على الإطلاق ، لأن تغيراً في المركز النشط يؤدي حتماً إلى شل وظيفة الانزيم تماماً . لذلك فإن الكائن الحي الذي اصبح لديه انزيم سيتوكروم سي بسبب مثل هذا التبديل مشلولاً سيموت بالاختناق الداخلي ولن يستطيع بالتالي توريث هذا التبديل بسلالته .

على هذا الأساس فإن صفوف الحموض الأمينية لانزيم معين ، نقوم بدراسته اليوم لدى انواع حياتية مختلفة ، يجب أن تكون ، بغض النظر عن جميع التغيرات المفاجئة الأخرى التي قد تكون قائمة بينها ، متطابقة على الأقل في تركيب مركزها النشط . علاوة على ذلك فإن امكانية التبادلات المفاجئة للحموض الأمينية على مواقع أخرى من الجزئية تتعلق بشروط محدودة خاصة وهي لذلك ليست كبيرة جداً في أي حال من الأحوال . لأسباب فيزيائية وكيميائية لا يتعاش أي حمض أميني مع أي حمض أميني آخر في السلسلة بنفس الدرجة من «المحبة» ، أي ان بعضها لا يرغب ان يكون «جاراً» لبعضها الآخر . علاوة على ذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار أن نوعية الكبة التي يشكلها الجزئيء بكامله تتعلق بالحموض الأمينية الموجودة خارج المركز النشط كما ان هذه الكبة بدورها تعتبر ذات أهمية بالغة لتشكيل هذا المركز النشط بطريقة صحيحة . هنا أيضاً يوجد بعض التحديدات المعنية . هناك بعض الحموض الأمينية التي تقبل التبادل دون أي تأثير على كبة الجزئية بينما هناك بعضها الآخر الذي يقبل المبادلة فقط مع حموض محددة تماماً وذات تركيب مشابه لتكوينها .

انطلاقاً من هذه العلاقات المتشعبة والشديدة التعقيد نستطيع اليوم ان نحسب بدقة مدهشة الاحتمال الذي يمكن أن يحصل فيه مثل هذا التبادل بين الحموض الأمينية في موقع محدد تماماً من السلسلة الانزيمية . غير ان العمليات الحسائية معقدة إلى درجة اننا لا نستطيع اجراءها إلا بمساعدة الحواسيب الالكترونية . هذا هو السبب الذي يجعل مخابر السيدة دايهوف لا تحتوي على انايب اختبار كيميائي وانما على كثير من الأجهزة الحاسوبية الالكترونية .

لقد توقفت السيدة دايهوف ومساعدوها منذ مدة عن تحليل صفوف الانزيمات المختلفة . لقد تخصصوا حصراً ، منطلقين من الفروق الموجودة في نفس الانزيم لدى أنواع مختلفة من الكائنات الحية ، بحساب احتمالات الطفرات الطارئة التي تؤدي إلى نشوء هذه الفروق . لكن «احتمالات طفرة طارئة محددة» هي ليست سوى تعبير آخر عن الزمن الذي يجب أن يمضي كي تحصل هذه الطفرة . بهذه الطريقة تكون السيدة دايهوف قد اكتشفت ، بكلية أخرى ، نوعاً من الساعة التي تمكنا من القياس اللاحق للسرعة التي حصل فيها تاريخ الأنواع البيولوجي .

لكي نفهم ذلك يجب ان نعود إلى المخطط الموجود على الصفحة ١٨١ ، إذ اننا لم نقم بعد بتحليل

جميع المعلومات الواردة فيه . لقد قمنا في مخططنا هذا بترتيب الأنواع متسلسلة تبعاً لعدد الفروق في صفوف الحموض الأمينية . إذا ما انطلقنا من الأعلى ، من الانسان ، نلاحظ ان هذه الفروق تزايدت من صف إلى صف . انها حقاً ليست صدفة بأن يتطابق هذا التسلسل بالضبط مع تباعد درجة القرابة . إن تبديل حمض أميني بآخر بواسطة طفرة طارئة يكلف وقتاً . كلما طالت المدة التي تطور فيها نوعان بصورة مستقلة عن بعضهما البعض ، أي كلما مضى وقت أطول على وجود سلفهما المشترك الأخير ، كان عدد الطفرات المفاجئة التي طرأت على كل منهما على انفراد أكبر وكان بالتالي عدد الفروق في تركيب صفوف انزيماتها أكبر أيضاً .

لذلك فإن وجود فرق وحيد في ما مجموعه ١٠٤ حموض أمينية بين انزيم التنفس سيتو كروم سي لدى الانسان ولدى القرد الهندي هو تعبير عن وجود قرابة قريبة بينهما . أما ان تكون قرابتنا البيولوجية مع الكلب بعيدة فهو أمر يمكننا قراءته على ضوء الحقيقة بأن عدد الفروق في هذه الحالة يبلغ ١١ حمضاً أمينياً . أما السمكة فهي أقرب إلينا من البكتيريا لكنها أبعد عنا من الدجاجة . حتى خيرة الحيز تنسب إلى نفس عائلة الأشكال الحياتية التي تنسب نحن إليها ، وإن كانت درجة القرابة بعيدة جداً . اننا لا نستطيع في هذه الحالة نفى وجود مثل هذه القرابة حتى بين هذه الكائنات اللا ممرئية وبيننا عندما نجد ، رغم كل الفروق الكبيرة ، تطابقاً في الحموض الأمينية لانزيماتنا وانزيماتنا لا يمكن تفسيرها بعمال الصدفة المحضة .

لكن السيدة دايوف لا تكتفي بتحديد القرابة بين الأنواع المختلفة على ضوء هذا الترتيب الانزيمي (الذي كانت البحوث الانزيمية تعرفه لأسباب أخرى منذ زمن طويل) ، أي انها لا تكتفي بوضع ترتيب للقرابة وإنما تريد حساب الفواصل الزمنية برقم مطلق محدد . تقول لها حواسيبها الالكترونية كم مضى وسطيّاً من الزمن حتى تبادل حمض أميني مع آخر على هذا الموقع أو ذاك من الجزئية ، وعما اذا كان التبادل قد حصل مباشرة أو عبر عدد من الحموض الأمينية الأخرى . مع مراعاة عدد كبير من النفاط والشروط المعقدة الأخرى تمكنت السيدة دايوف في النهاية من حساب انه قد كان لنا ، نحن البشر ، والدجاجة قبل ٢٨٠ مليون سنة سلف واحد مشترك ، وأن ٤٩٠ مليون سنة قد مضت منذ انفصل أسلافنا البرمائين عن الاسماك ، وأنه قد وجد على الأرض قبل ٧٥٠ مليون سنة كائن حي لم يكن الجلد المشترك لجميع الفقريات وحسب بل وللحشرات أيضاً .

مهما بدت امكانية تصميم مثل هذه «الروزنامة التطورية» مثيرة ومشجعة فإن السيدة دايوف ومساعدوها قد تجاوزوا حتى هذه المرحلة . لقد بدأوا بمساعدة طرق احصائية مركبة ومعقدة بإعادة تصميم التركيب الذي كان عليه انزيم ذاك الجلد المشترك . لقد أوضحوا بواسطة عدد من الامثلة وبصورة مقنعة ان هذا يمكن من الناحية للمبداء . إن عملهم عسير ويحتاج إلى كثير من الوقت لأن حساباتهم لن تشمل انزيماً واحداً وإنما عدداً كبيراً من الانزيمات ، إذا أريد لها ان تقدم نتائج مفيدة . تبدو الامكانيات المستقبلية لهذه البحوث مثيرة للدرجة تنحسب لها الانقاص ، لأننا بمقدار ما نتمكن في العقود القادمة ، بواسطة الطريقة التي تطبقها السيدة دايوف ، من إعادة تصميم كامل الجملعة الانزيمية

لكائن حي منقرض ستعرف أيضاً شيئاً عن سلوك هذا الكائن الحي وعن الوسط الذي عاش فيه .
ثمكنتا ، منذ زمن طويل ، طريقة تحديد الأعمار بواسطة العناصر المشعة وغيرها من الطرق للمشابهة
من تأريخ (تحديد عمر) المستحاثات للفرقة في القدم . كما يُعلمنا «ميزان الحرارة المستحاثي» ، المصمم
استناداً إلى مبدأ مشابه ، كم كانت درجة حرارة البحار التي عاشت فيها العظائيات السمكية وغيرها من
الحيوانات الأولى . إن الطرق التي يتمكن بواسطتها العلماء من استكمال اكتشاف هذه وغيرها من الآثار
الماضية وجعلها تتكلم ثانية تحقق باستمرار تقدّعات جديدة مذهشة . لقد اكتشف فريق دايوف طريقاً
فتح أمام المستقبل آفاقاً لم تزل تبدو خيالية اليوم .

عندما نمتلك عل هذا الطريق في وقت من الأوقات الجملة الانزيمية لعظائنا ما مثلاً ستمكنتا هذه
المعرفة من إعادة إحياء ، عل الأقل في أذهاننا ، سلوك وطريقة حياة مثل هذا الفقاري الاسطوري بصورة
متكاملة لا نعرفها اليوم . نتحد صفوف الحموض الأمينية لكل انزيم مفرد التأثيرات البيولوجية لهذا
الانزيم . لكن الجمالي جميع هذه التأثيرات الانزيمية يتيح لنا إعادة تصميم التمثل العضوي للكائن المنقرض
بجميع تفاصيله وخصائصه .

ستتمكن من تحليل التركيب الغذائي الذي تكيف معه هذا الحيوان العملاق القديم . سنستطيع
قراءة درجة حرارة الوسط المفضل بالنسبة له وكذلك سرعة الاشارات المتقلبة عبر أعصابه وبالتالي طول
«لحظة الصدمة» لديه (مقدار الزمن الذي يمر عند مفاجئته حتى يتخذ رد الفعل المناسب) . كما أن
الانزيمات المسؤولة عن العمليات الكيميائية في شبكية عينية ستعطينا فكرة عن الكيفية التي كان يرى فيها
هذا الحيوان ، المنقرض منذ ١٥٠ مليون سنة ، محيطه . قد تتحقق في يوم ما في المستقبل البعيد إعادة
تصميم هذا الحيوان ليس فقط في أذهان العلماء الذين نجحوا في إعادة تصميم جملته الانزيمية . كنتيجة
للعلاقة الثابتة المعروفة بين الانزيمات وبين اصطفاف الأسس في جزيئة الحمض النووي د ن س ، الذي
(أي اصطفاف الأسس) يوجه الاصطفاف النوعي لترتيب هذه الانزيمات ، ستكون إعادة تصميم الشيفرة
الوراثية لعظائنا ما يمكن من الناحية المبدئية .

غير أن العلماء قد نجحوا فعلاً في الوقت الحاضر في تركيب الجينات (المورثات) والانزيمات الأولى في
مخابرهم . تعني كلمة «نجحوا» هنا أن الجزيئات السلسلية التي حضروها اصطناعياً قامت عند إجراء
التجارب البيولوجية عليها بممارسة نشاطها البيو كيميائي المناسب مع صفوفها وتصرفت فوق ذلك
كناذجها الطبيعية تماماً .

تبرهن هذه المركبات الناجحة الأولى مرة أخرى ، لمن ينظر إلى المسائل المطروحة عل بساط البحث
بدون أحكام مسبقة ، أن عمل ونشوء الانزيمات يتم بدون قوى غامضة تقف خارج حدود اللاموسية
العلمية . لكنها من ناحية أخرى تتيح أيضاً مجالاً للتفكير بالامكانية الخيالية بأنه قد يصبح ممكناً في
المستقبل البعيد انتاج الجينات المصممة بالطريقة التي شرحناها والعائلة لكائن حي منقرض من الاحقاب
الأولى .

هل سنرى إذن يوماً ما الديناصور ؟ هل سيصبح بعثنا من جديد ممكناً بواسطة تركيب مورثاتها في

المخاطر ؟ إن العدد الهائل من المعلومات اللازمة لذلك والمعرفة الدقيقة للصقوف في جزئيات ما لا يقل عن عدة آلاف من الجينات (المورثات) تجعل هذه المهمة تبدو اليوم غير قابلة للحل . لكن علينا أن لا ننسى أن هذه الصعوبة تتعلق بمشكلة كمية قد يمكن تجاوزها في المستقبل بمساعدة الحواسيب الالكترونية . لكن حتى بعدئذ عندما يتم يوماً ما تجاوز كل هذه المصاعب لن يستطيع علماء الكيمياء البيولوجية هكذا ببساطة البدء بإحياء الكائنات المتقرضة حسيباً يشتهون مشكلين «حديقة حيوانات مستحاثية» . حتى لو أصبح مخطط البناء الجيني الكامل للدناصور في جيبهم لن يكونوا على أي حال قادرين على ذلك . لن يكونوا قادرين لأن «الحياة» ليست عملية تمثل عضوي منعزلة تحصل لدى كائن حي واحد منفرد . إن مثلنا الطوباوي نبحث في هذا الموقع الفرصة المناسبة للتذكر أن الحياة هي علاقة وثيقة لا تنفك عراها بين الكائن الحي الذي يقوم بالتمثل العضوي والوسط الذي يعيش فيه .

سيوجب على علماء الكيمياء العضوية في المستقبل أن يربوا النباتات القديمة التي كانت تلك الحيوانات تعتمد عليها في غذائها . كما أن غلافاً جويّاً اصطناعياً يتوفر فيه على الأقل شرط احتوائه على نسبة أخفض من الأوكسجين مما يحتويه الغلاف الجوي الأرضي الحالي سيكون ضرورياً أيضاً . علاوة على ذلك يجب أن نحسب ، بنفس الطريقة المسيرة التي شرحناها ، المورثات لعدد لا يحصى من الكائنات الدقيقة التي كانت موجودة في تلك الدنيا القديمة ثم يتم تحضيرها وتربيتها إذ من المنطقي أن نفترض أن قواضم الاحقاب القديمة كانت تعتمد في نموها على مثل هذه الأنواع من الكائنات الدقيقة كما تفعل جميع الكائنات الحية الحالية .

هكذا يتبين لنا لدى التمهيس الدقيق أن المشروع بكامله هو سلسلة لا تنتهي من المقدمات المتجددة باستمرار والمتراكبة مع بعضها البعض بطريقة شديدة التنوع والتشعب - إنها نموذج تعليمي غني بالمعبر عن التأثير الفعال للوسط المحيط ، للبيئة ، في العملية التي نسميها «حياة» . وأخيراً لكي يتمكن التوازن البيولوجي في حديقة الحيوانات هذه من البقاء قائماً يجب أن تكون هذه الحديقة كبيرة جداً . بالإضافة إلى ذلك فإن تحقيق كل هذه الشروط سيحتاج إلى زمن طويل جداً أيضاً . وفوق كل هذا سوف تظهر لدى محاولة تحقيق هذا المشروع الخيالي لدى كل خطوة مشاكل ومصاعب جديدة لم نخطر مسبقاً على بال أحد على الإطلاق .

هكذا على هذه الحال تخطر على بالنا فكرة مازحة لكنها بالتأكيد مرّضية هي أن علماء بيولوجيا المستقبل عندما ميسلون حواسيبهم الالكترونية عن الشروط اللازمة لتحقيق مثل هذا المشروع قد يتلقون الجواب التالي : «خذوا جرماً سهاوياً بقطر حوالي ١٢٠٠٠ كيلو متر واستمروا في حساباتكم التجريبية حوالي ٣ إلى ٤ مليار سنة» .

ضمن هذه المقدمات أجريت التجربة على كل حال مرة واحدة بنجاح .



يوجد حقاً عوامل ما ميتافيزيقية استخرجت الحياة من مجال الصدفة المحضة . كلا الاستنتاجين واسع الانتشار ويتم تكرارهما حتى الاشباع في المناقشات المختلفة .

هناك مثال شهير هو المجادل الذي لا يتخلف عن حضور اية محاضرة حول موضوع نشوء الحياة والذي يسأل المحاضر بلهجة مستهجنة ، كم من الزمن يجب أن نخضع ١٠٠٠ تريليون ذرة معدنية لكي تنتج «بالصدفة» سيارة مرسيدس . يوجد أيضاً طريقة اخرى مستحبة لطرح مثل هذا السؤال : كم من الزمن يحتاج قطع مؤلف من ١٠٠٠ فرد لكي ينتج «بالصدفة» بالضرب العشوائي على آلة كتابة مقطعا من مسرحية شكسبير .

نحدث مثل هذه النوعية من الاعتراضات وقما ايجابياً لدى المستمعين ويستطيع من يستخدمها ان يكون متأكد مسبقاً أنه سيلقى تصفيقاً حاداً . رغم ذلك فإن هذه الحجج غير جديرة بأن تؤخذ على عمل الجدل . نود ان ننصح أولئك الذين يستخدمونها بأن يقرأوا شيرلوك هولمز : «لكن ياسيد هولمز» ، يصرخ واتسون قائلاً : «إن هذا غير ممكن على الاطلاق» . «باللعجب» ، يجيب شيرلوك هولمز ، «لا بد انني قد اخطأت إذن في نقطة ما» .

هكذا بالشكل الذي عرضت فيه هذه الحسابات التي تبغي اظهار كم هو غير محتمل نشوء الحياة فانها تقوم جميعها بلا استثناء على خلل منطقي في طريقة التفكير . يتوجب علينا ان نتوسع قليلاً في هذه المسألة لانها بالرغم مما فيها من خلل منطقي فإن حجتها الاحصائية تلقى رواجاً واسعاً حتى لدى أفضل الدوائر . لقد استخدمها عالم الاحياء الانكليزي ف. هـ . ثوري في كتاب صدر مؤخراً بهدف نفي امكانية تفسير الظواهر البيولوجية بواسطة قوانين الطبيعة . أما أشهر من أساء استخدام هذه الحجة فهو البيولوجي الفرنسي جاك مونو الحائز على جائزة نوبل . غير أن الفيزيائي الألماني باسكال جوردان يستخدم أيضاً بدون أي حرج سلسلة من «البراهين» المائلة مبدئياً كي يعلل قناعته بأن الحياة لا توجد على الأرجح في كامل الكون إلا على الأرض .

يظهر الخطأ الخلفي الأكثر وضوحاً في «طريقة برهان» الانكليزي ثوري . يستخدم ثوري من جملة ما يستخدمه المقارنة التي ذكرناها عن الفروود التي تضرب على الآلات الكائبة كي تنتج «بالصدفة» مقطعا من قصيدة لشيكسبير . إنه يقلب في طريقته المشكلة التي توجب على الطبيعة حلها آنذاك في النقطة الخامسة منها رأساً على عقب . لم تقف الطبيعة أبداً أمام المهمة بأن تعيد بالصدفة انتاج شيء كان موجوداً - صف معين من الحموض الأمينية مثلاً - بكل تفاصيله وجزئياته . فقط مع هذه الفرضية الوحيدة تكتسب العمليات الحسابية مع الرقم 10^{24} مدلولاً ذا معنى على الاطلاق .

لقد كانت الأمور في الواقع التاريخي - الطبيعي على الوضع المعاكس تماماً . لنعد مرة أخرى إلى مثال الفروود المستخدم والذي لا مدلول له البتة في هذا المضمار : لم تكن الطبيعة أبداً مضطرة إلى الانتظار حتى يكرر قطع من الفروود بالصدفة شيئاً كان قد وجد بطريقة ما قبل ذلك . لقد تركت «فروود» الحركة التاريخية الصدوفية تضرب على سطح الأرض كما نشاء لمدة محدودة من الزمن (لنقل : عدة مئات من ملايين السنين) . بعد انقضاء هذه المدة اختارت الطبيعة بكل هدوء ، من بين العدد الكبير الملا حصر له

من الصفحات المطبوعة ، بعض الصفحات التي كانت توزع الحروف فيها ينحرف بالصدفة المحضة عن الوسطي العام . استطاعت بعد ذلك استعمال هذه الصفحات لتحقيق أهدافها ، لأن توزيع الحروف فيها المنحرف عن الوسطي العام جعلها متميزة غير قابلة للإلتباس وفتح بالتالي الباب أمام إمكانية استخدامها انتقائياً لوظائف محددة .

يعني هذا عند نقله إلى واقع الحالة الطبيعية انه في البدء كانت تأثيرات تحريفية متواضعة تكفي لسير عملية التطور . لم يكن المنافسون قد وجدوا بعد . ضمن هذه الظروف تكفي حسب معارفنا الحالية أنواع من الانزيمات ذات ٤٠ أو ٥٠ حلقة فقط على شرط أن يكون بعض الحموض الأمينية فيها موجود على مواقع محددة تماماً . من الممكن إثبات هذا تحريياً . مهما كان ضئيلاً التسارع الذي أعطى لتفاعلات كيميائية معينة مثل هذا التركيب فإنه كان يعني على كل حال سبقاً ، ولو مهما كان زهيداً ، نتج عنه اوتوماتيكياً تكثر هذا النوع من الجزئيات .

إذا ما انطلقنا من هذه الحالة الواقعية الوحيدة نتوصل إلى أرقام مختلفة تماماً . أصبحنا الآن دفعة واحدة أمام حالة يكفي فيها بضغ ملايين من البيبتيدات المتعددة (حموض أمينية قصيرة السلسلة) لتهيئة الفرصة لنشوء انزيم أولي وحل المشكلة من أساسها . أما بالنسبة لتشكيل الحموض النووية ، التي تستخدم أيضاً كاملة بحية لهذا النوع من تلاعب الأفكار الاحصائي ، كانت القيود المفروضة على الطبيعة أقل . بالنسبة للانزيمات لم تكن الطبيعة حرة تماماً في تصفيف حلقات السلسلة لأن الشكل الفراغي للجزئية يؤدي بالضرورة إلى حصول تأثير كيميائي محدد (وإن كان آنذاك لم يزل ضئيلاً) .

أما فيما يتعلق بتشفير الحموض النووية (د ن س) فإن حتى هذا الشرط لم يكن موجوداً . هنا كانت الطبيعة ، حسب معارفنا الحالية ، حرة في أن تعطي الأسس المختلفة وترتب اصطفافها أي معنى هيأته الصدفة . لذلك فإن الحاجة الاحصائية لا تصلح هنا البتة ولا معنى لها .

لكي نعبّر مرة أخرى عن هذه المسألة بطريقة بسيطة نقول : إن القول ، بأن عمر الكون لم يكن يكفي لجعل سينوكروم مي (أو أي انزيم آخر موجود الآن) ينشأ مرة أخرى بالصدفة تماماً بنفس الشكل الذي هو عليه اليوم ، هو قول صحيح تماماً . لكن الطبيعة لم تواجه في أي وقت من الأوقات هذه المهمة . بل إنها أنتجت أولاً بالصدفة عدداً كبيراً جداً من الجزئيات المختلفة ثم استخدمت من هذه الجزئيات لبدء عملية التطور البيولوجي تلك التي كان لها بالصدفة تأثير تحريضي (ضعيف بالتأكيد في البداية) على مادة تفاعلية ما .

بطريقة وحيدة الجانب أيضاً مشابهة لطريقة ثوري يجاجج أيضاً جاك مونو المؤلف بتكرار مقولته عن أن الانسان هو نتيجة لتطور حصل بصدفة غير قابلة للتكرار وانه : «يحتل مكانه الكائن الحي على طرف الكون . على ضوء البنية الحالية للطبيعة الحية لا نستطيع أن نفي الفرضية - لا بل على العكس نرجح أن الحدث الخامس (أي ظهور الحياة لأول مرة على الأرض) قد حصل في كامل الكون مرة واحدة وحيدة . وهذا يعني أن الاحتمال البدئي لحصول هذا الحدث كان يقترب جداً من الصفر» .

إن هذا الإدعاء صحيح بما لا يقبل الجدل . لكنه لا يبرهن على أي شيء ، لأن جلته الأولى تتضمن

تعميماً غير مسموح. وأما جلته الثانية فلا محتوى لها . إذا ما عحصنا استنتاجات مونو نجد فيها الخطأ المنطقي الذي نجده لدى ثوري لكنه عند الأول لا يظهر جلياً كما هو الأمر عند هذا الأخير . أما التعميم غير المسموح فهو أن مونو يقول أن ظهور الحياة على الأرض هو حسب جميع الاحتمالات حدث واحد وحيد . يمكن التعميم في هذه الجملة في كونها ناقصة . كان يتوجب على مونو أن يقول : وأن ظهور الحياة بالشكل الخاص الذي اتخذته على الأرض » . تتضمن الجملة بهذا المعنى الذي يستخدمها فيه مونو ويدون أي تعليل (ولذلك بطريقة غير مسموحة) الادعاء بأن الحياة على الأرض لم تكن لنستطيع أن نتحقق إلا بالشكل الذي نعرفه - أو لا نتحقق البتة . أما الجملة الثانية فلا محتوى لها لأن كل حدث منفرد يكون احتمالاً قبل حصوله «قريباً من الصفر» .

لننظر إلى هذه المسألة لغرض التبسيط على ضوء مثال في منتهى البساطة . لنأخذ مثال القرميدة التي تسقط بالصدفة من على سطح البناية . إنها تصطدم بأرض الرصيف وتتحطم متحركة إلى مئات الشظايا الصغيرة والأصغر والأصغر . عندما ندقق لاحقاً التوزيع الذي اتخذته هذه الشظايا على الرصيف فالتنا مستوٍ بالضرورة إلى الاستنتاج بأن الحالة الملموسة لهذه القرميدة المعنية يجب أن تكون في كامل الكون حدثاً فريداً غير قابل للتكرار ؛ إذ أننا نستطيع أن نقول باحتمال كبير جداً أن تساقط القرميدة على الرصيف طيلة عمر الكون لن يؤدي تماماً إلى نفس التوزيع الذي اتخذته شظايا هذه القرميدة . بكلمات أخرى : أن احتمال هذا الحدث ، أي احتمال أن يحصل مع كل توابعه هكذا وليس على شكل آخر ، كان قبل حصوله «قريباً من الصفر» .

كل هذا صحيح تماماً ، وكل هذا غير هام أصلاً . سوف لن يكتسب أية أهمية إلا عندما يتوجب علينا أن نستنتج من كل هذه الأفكار أن الإحتمال الضئيل جداً للحالة التي راقبناها ، أي حالة سقوط القرميدة ، يجعل هذا الحدث غير ممكن تقريباً . لكن هذا الاستنتاج هو تماماً الاستنتاج الذي يتوصل إليه مونو .

إن ما يقوله مونو هو في النهاية التالي : إن الحياة التي نراها حولنا هي بكل وضوح نتيجة لصدفة فريدة حصلت مرة واحدة فقط . (في وقت ما من التاريخ القديم يجب أن تكون قد وجدت لحظة توقفت فيها جميع الحياة الحالية على فرصة بقاء خلية بدئية ملموسة وحيدة) . إن الاحتمال بأن تتكرر الحياة بالشكل الذي اتخذته كنتيجة لتكاثر وتطور سلالة هذه الخلية البدئية الملموسة ، بأن تتكرر بالصدفة مرة أخرى على الأرض أو تنشأ بالصدفة في موقع آخر من الكون «يقرب من الصفر» . حتى هذه النقطة ليس لنا أي اعتراض على تسلسل الأفكار . لكن مونو يتابع (بشكل صريح أحياناً وتلميح بين السطور أحياناً أخرى) قائلاً : إذا كانت الحياة على الأرض تمثل حالة شديدة الاستثناء فإن هذا يعني في نفس الوقت أننا نستطيع أن نقول باحتمال يقرب من المؤكد إنها لم توجد في أي مكان آخر في كامل الكون . وهذا هو الخطأ .

إنه خطأ تماماً كما لو استنتجنا من عدم إمكان تكرار حالة القرميدة الساقطة من السطح بكل تفاصيلها وجزيئاتها أن القرميد لا يسقط عملياً من السطح على الإطلاق . سيكون هذا الاستنتاج جائزاً

فقط فيما لو استطعت أن أبهرن أن القرميد لا يسقط عن الاسطحة إلا بهذه الطريقة المحددة وبنفس النتائج الملموسة . غير أن هذا غير وارد على الإطلاق . لكن هذا هو الافتراض الذي ينطلق منه مونودون أن عمله : إنه يفعل هكذا وكان الحياة لا يمكن بالتأكيد أن توجد على أي شكل ينحرف عن الشكل الذي نعرفه .

نفس الاعتراض ينطبق أيضاً على استنتاجات باسكال جوردان . يتبنى جوردان أيضاً وجهة النظر بأن الحياة العضوية هي ظاهرة طبيعية تعتبر بالمقاييس الكونية نادرة وغير اعتيادية لا بل إنها على الأرجح حالة خاصة تحققت مرة واحدة فقط هنا على الأرض . أهم حجة لديه هي «وحداية الأصل» أي انحدار جميع الحياة الأرضية عن بذرة واحدة وحيدة وجدت في الأحقاب القديمة . ولما استنتاجه فهو كما يلي : كم هي غير محتملة وكم هي نادرة ظاهرة «الحياة» ، هذا ما نستطيع استنتاجه من أن الطبيعة خلال مليارات السنين من العمل على الأرض لم تتمكن سوى مرة واحدة من تهيئة المقدمات اللازمة لنشوء الحياة من خلال بذرة وحيدة فريلة منعزلة .

إنني ببساطة لا أستطيع أن أفهم كيف يجايع هذه الطريقة نفس الرجل الذي يقول (بطريقة صائبة) في نفس المقال إنه من المؤكد أن عدداً كبيراً من الأشكال الحياتية المختلفة قد انقرضت مراراً وتكراراً خلال مسيرة التاريخ التطوري للحياة . لا يذكر جوردان بكلمة واحدة الامكانية بأن الحياة لا بد أن تكون قد حاولت خلال هذه المليارات من السنين مرة تلو المرة تثبيت أقدامها على الأرض . لماذا يغمض عينيه عن الامكانية ، لا بل الاحتمال بأن مركبات جزيئية جديدة ومتجددة باستمرار قد نشأت خلال هذه المليارات الأربعة من السنين وتكثنت بهذه الطريقة أو تلك لفترة طويلة أو قصيرة من البقاء طبقاً لمبدأ الدورة التي شرحناها في الفصل السابق ؟

لا شك أنه صحيح أن جميع الكائنات الحية الحالية تنحدر من جذر واحد . لقد سبق وشرحن الآثار الجلية لهذه القرابة الشاملة . لكن كيف يستطيع شخص يعيش على كوكب عاصر فناء العظائيات وانقراض الكائنات العملاقة واختفاء عدد لا حصر له من الفصائل والأنواع الأخرى ، التي اضطرت لأن تغلي الساحة للمنافسين المتوفين الذين تكيفوا بطريقة أفضل ، أن يستخلص من كل هذا استنتاجاً أحادياً بهذا الشكل ؟ أليس مرجحاً أن يكون الجد المشترك لجميع أنواع الحياة الأرضية الحالية هو الكائن الوحيد الذي اجتاز بسلام المنافسة المبررة التي استمرت عدة مئات من ملايين السنين ؟

إن شمولية الشيفرة الوراثية والتطابق في سلاسل الحموض الأمينية للارتيمات ، الذي لا يمكن اعتباره مصادفة ، وجميع الشواهد الأخرى من القرابات الجينية هي ليست بالضرورة ، كما يفترض جوردان دون مناقشة ، برهاناً على وحداية هذا الطريق . بل إن الأرجح من ذلك هو الافتراض أنه في التاريخ المبكر للأرض وجد عدد كبير من البدايات المختلفة لتشكل الحياة ، أي من «المشاريع» الحياتية المختلفة ، بقي من بينها جميعها مشروع وحيد (الأنجح ، الأفضل) هو الذي انتصر في النهاية .

لنبدأ كما . مرة أخرى من البداية ، لو تكثرت قوة ما من إعادة الزمن 4 مليارات سنة إلى الوراء ووضعت الأرض الأولى مرة ثانية أمام مهمة نشر الحياة على سطحها ، سوف لن ينتج بالتأكيد نفس ما نراه

حولنا اليوم . إن تكراراً مطابقاً تماماً لما هو قائم اليوم يعتبر غير محتمل بناتاً ، أي ان الاحتمال بأن «تعمي» نفس الشيفرة الثلاثية الأساسية نفس الحموض الأمينية وإن نتج عن ذلك صفوف الانزعاجات المعروفة بالنسبة لنا وكذلك نفس علميات التمثيل العضوي - وأن تتوصل فوق ذلك عملية التطور ، متعلقة من العدد الهائل من الامكانيات الموجودة ، إلى أن تشكل من الخلايا ، ضمن الشروط المتبدلة للوسط ، مرة أخرى بالتحديد والضغط نفس الاشكال الحياتية التي نعرفها من طيور وأسماك وحشرات وتدييات ، هذا الاحتمال هو بدون شك «قريب من الصفر» .

إلا أنه لا يوجد حسابات ولا احصاءات تنقض الافتراض ان الأرض سوف تغطي رغم ذلك بالحياة مرة أخرى . كل ما عرضناه حتى الآن من اتجاهات ومسار عشرة مليار عاماً من التاريخ الممتد حتى هذه اللحظة يؤيد العكس . إن وجهات نظر ثوري ومونوجوردان تقوم ، كما حاولت أن أبرهن ، على احكام مسبقه وليس على فرضيات معللة . لذلك نستطيع أن نكون متأكدين ان التطور الذي قطع كل هذا الطريق الطويل لن ينقطع في هذه النقطة لأن الصدفة والاحصائيات لا تجيز تكرار مساره التالي بكل تفاصيله وجزئياته .

القسم الثالث

من الخلية الأولى حتى احتلال اليابسة

١١. عبيد خضر صفار

من يراقب خلية حالية بمجهر يرى منذ اللحظة الأولى أن ما يشاهده هو أكثر من مجرد كيس مملوء بالبروتين . لدى تكبيره الى درجة كافية يظهر هذا الكائن المجهرى كعضو معقد التركيب . لقد مكنتنا المجهر الالكترونى من إلقاء نظرة شاملة على جميع مكوناته . إن تركيب هذه القطعة الأساسية في بناء الطبيعة الحية هو اليوم ، بعد ٣ مليار سنة من التطور البيولوجى ، على درجة عالية من التعقيد . يوجد اليوم في أغلب الخلايا سلسلة كاملة من «العضيات» العالية التخصص . يمر عالم الأحياء بهذا الاصطلاح عن تشكلات متميزة الشكل وواضحة الحدود موجودة في جسد الخلية ويمكن التعرف عليها بوضوح . لقد أصبحنا نعرف اليوم أن كل تميز في الشكل يترتب عليه تميز في الوظيفة أيضاً . يتعلق الأمر لدى هذه المكونات الخلوية بنى تشبه (تقابل) الأعضاء لدى الكائن الحي الكثير الخلايا . ومن هنا جاء اسمها .

أكبر وأوضح هذه البنى هي نواة الخلية . قد نستطيع اعتبارها - وإن كان وجه الشبه بعيداً - دماغ الخلية . في هذه النواة تترابط الحموض النووية مشكّلة الجينات وهذه بدورها مشكّلة الكروموزومات (الصبغيات الوراثية) التي يتم بمساعفتها توجيه بناء الخلية وتمثلها العضوي وجميع وظائفها الأخرى استناداً الى مخطط محدد ينتقل وراثياً . لقد تعلمنا جميعاً في المدرسة أن الدقة المائلة ، التي تنقسم فيها هذه الكروموزومات قبيل كل انقسام خلوي ، مشكّلة أنساقاً متقابلة كصور المرآة ، هي المقدمة الضرورية لكي يحصل كل من الخليتين الجديلتين الناشئتين على «نسخته» من هذا المخطط الذي لا غنى للحياة عنه .

هناك عضيات أخرى هامة يسميها البيولوجيون : الجسيمات الكوندرية والجسيمات الريبية والجسيمات الخضر والأهداب الحركية . لقد أشار كشف تركيب ووظيفة هذه وغيرها من العضيات أن الخلية الصغيرة التي تبدو بسيطة تحتوي على قدر عال من تقسيم العمل .

يطلق العلماء على الجسيمات الكوندرية أيضاً تسمية «عطاط الطاقة» الخلوية . حسب كل ما نستطيع ملاحظته الآن تجري على السطح الخارجي للأغشية الرقيقة ، التي تتألف منها هذه الجسيمات ، العمليات الانزيمية التي تستمد منها الخلية الطاقة اللازمة لوظائفها ونشاطاتها المتعددة . أما الجسيمات الربيبية فهي معامل الانتاج في هذه الوحدة الصغيرة . إنها تنتج بناء على أوامر النواة جميع البروتينات ، أي الانزيمات وغيرها من المركبات البروتينية التي تحتاجها الخلية . لقد اكتشف العلماء في السنين الأخيرة أن للجسيمات الربيبية عملياً القدرة الشاملة على انتاج أي نوع من أنواع البروتينات . كيفما كان نوع البروتين الذي «تكلفها» النواة بانتاجه فإنها تعدل برامج الانتاج فوراً وبدون أي تردد واضعة في خط الانتاج البرنامج المطلوب .

يتوجب هنا أن نذكر باختصار كيف يتمكن العلماء من دراسة حتى التفاصيل الدقيقة لوظائف هذه الأجزاء المنفردة الصغيرة من الخلية (الجسيمات الربيبية مثلاً صغيرة لدرجة أنها لا ترى إلا بالتصوير المجهرى الالكترونى وهي جسيمات كروية الشكل) . لقد طور العلماء لهذا الغرض طريقة ذكية يستطيعون بواسطتها دراسة الخلية دون أن يلمحوا بذلك أي ضرر بالأجزاء المنفردة الناشئة . يقومون أولاً بتخريب الغشاء الخارجي الذي يحافظ على الخلية مجتمعة . يوجد لهذا الغرض امكانيات مختلفة . احدى هذه الطرق الناجمة هي استخدام الموجات فوق الصوتية التي تحطم غلاف الخلية . حديثاً يستخدم العلماء غالباً انزيمات تحل جدار الخلية (منها مثلاً الانزيم «ليزوزيم») . من الطبيعي أنهم لا يفعلون هذا مع خلية منفردة وإنما مع قطع كاملة من النسيج التي تحتوي عدة ملايين من الخلايا .

بعد معالجة الخلية بالموجات فوق الصوتية أو بانزيم ليزوزيم يحصلون على ما يسمى «منظومة خلوية حرة» . إن هذا ليس سوى محلول متجانس تسبح فيه الآن جميع مكونات الخلية بصورة طليقة بعد أن تحررت من غلافها . عندما ندرس مثل هذه «المنظومة الخلوية الحرة» نتأكد أن معظم عمليات التمثيل العضوي التي تحصل في النسيج المدروس لم تزل تحصل في المنظومة الحرة . وهذا برهان على أن العضيات المسؤولة عن هذه العمليات لم تزل تقوم بوظيفتها .

أما الخطوة التالية فتقوم على عزل كل نوع على حدة من أنواع العضيات (الجسيمات الكوندرية أو الجسيمات الربيبية أو الجسيمات الخضر والخ . .) التي نريد دراسة وظائفها . لا شك أن الحكمي أسهل من الفعل . كيف نستطيع فصل هذه الأعضاء الخلوية الدقيقة من السائل المخاطي الذي نتج عن معالجة الخلية بالموجات فوق الصوتية ؟ من البديهي أن الطرق الكيميائية غير واردة لأنها ستؤدي في أي حال الى إلحاق الضرر بالمكونات الحساسة . لكن «اصطيادها» يدوياً بواسطة المشرحة المجهرية سيكون أيضاً معقداً وعسيراً لا يكفي معه الوقت الضيق المتوفر قبل موت العضيات لعزل كمية كافية لاجراء الفحوص الوظيفية .

للخروج من هذا المأزق لجأ العلماء الى الاستفادة من فروق الوزن القائمة بين مختلف أنواع العضيات المتفاوتة الحجم . عندما نصب المنظومة الخلوية الحرة في انبوب اختبار ونتركها ساكنة لمدة معينة ترسب في القاع أولاً القطع الأكبر ، نض الغلاف وشقف من النواة مثلاً . عندما نصب بعدئذ من

الانبوب بحذر السائل المتبقي فوق الراسب نكون قد فصلنا بقية مكونات المحلول الخفيفة عن القطع الأكبر .

أما الخطوة اللاحقة فتحصل بتقوية القوة المساعدة على الترسيب بتعريض انبوب الاختبار الذي يحتوي السائل الى تأثير القوة النابذة . عندما يكون في البداية عدد الدورات منخفضاً ترسب في البدء الأجزاء الأثقل وهي الجسيمات الخضر الثقيلة نسبياً . عندما يحصل هذا نصب المحلول مرة أخرى في انبوب آخر ثم نعرضه مجدداً للقوة النابذة لمدة ٢٠ الى ٣٠ ساعة مع رفع سرعة الدوران شيئاً فشيئاً . بهذه الطريقة نحصل خطوة خطوة على رواسب من أجزاء الخلية الأخف ثم الأخف وهكذا . .

إذا ما حصل كل هذا بالعناية والحيرة اللازمين نحصل أخيراً على رواسب يتألف كل منها من نوع واحد من العضيات . غير أننا لكي نتمكن بهذه الطريقة من التشتت الخلوي من عزل حتى الجسيمات الريبية الصغيرة بصورة خاصة يجب أن نبي نوابذ خاصة تولد لدى دورانها بسرعة ٥٠٠٠ دورة في الثانية قوى نابذة تفوق قوة جاذبية الأرض بحوالي ٢٠٠٠٠٠ مرة . عندئذ فقط تتكسر هذه الجسيمات الدقيقة وتبدأ بالتجمع كراسب في قاع الانبوب .

عندما نحصل بهذه الطريقة على مجموعة نقية قدر الامكان من الجسيمات الريبية نستطيع أن نجري عليها التجارب المادفة . يتم هذا بصورة عامة بإضافة مجموعات المكونات الأخرى كل على حدة الى هذه المجموعة ومن ثم دراسة ما يحصل . إذا ما أضفنا مثلاً الى مجموعة الجسيمات الريبية حوضاً نووية ، حيث تُشفر بنى المواد البروتينية ، عندئذ تبدأ فوراً هذه المنظومة الخلوية الحرة المؤلفة من جسيمات ريبية وحوض نووية بإنتاج الجسيمات البروتينية المناسبة (طبعاً على شرط أن تكون الحوض الآمينة اللازمة متوفرة في الخلية) . لن يكون الإنتاج وفيراً ضمن هذه الشروط كما هو الأمر في حال الخلية العاملة لكن هذا شيء متوقع على ضوء الاجراءات القسرية التي قمنا بها والظروف السائدة غير الطبيعية .

بهذه الطريقة من الدراسة للمجموعات الخلوية المنفردة أصبح ممكناً لأول مرة التأكد من أن الجسيمات الريبية هي العضيات المسؤولة عن تركيب البروتينات . علاوة على ذلك فقد نجحت هذه الطريقة في إثبات «الطابع الاسبيراتي» للشيفرة الوراثية ، الذي سبق وتحدثنا عنه . نستطيع أن نضيف الى مجموعة الجسيمات الريبية المأخوذة مثلاً من كبد أرنب حمضاً نووياً (بتمير أدق: د ن س) مأخوذاً من أي مصدر لاعلى التعيين ، من الطيور أو الأسماك أو البكتيريا أو أي كائن حي آخر ، رغم ذلك فإن الجسيمات الريبية «تفهم» الشيفرة الموجودة في د ن س دون أن تواجهها أية صعوبات في الترجمة وتبدأ في كل الأحوال فوراً بإنتاج البروتينات المطابقة للبرنامج . تبين هذه النتيجة ليس فقط على التماثل الشامل للشيفرات الوراثية وإنما فوق ذلك وفي نفس الوقت على قدرة الجسيمات الريبية عملياً ، كما سبق وذكرنا ، على تنفيذ أي برنامج محض - نووي يطلب منها .

إن مثل هذه المرونة هي في الظروف العادية مفيدة دائماً إذ أن «طرازاً» واحداً من «الآلات» يكتب الخلية لإنتاج جميع البروتينات المختلفة التي تحتاجها . غير أنها من ناحية ثانية برهان آخر على القدرة الفائقة للكائنات الحية على التكيف وميلها الدائم الى استئثار جميع الامكانات المتوفرة في الوسط الذي

تعيش فيه ، وعلى أن متعضيات حية قد نشأت خلال عملية التطور استفادت من هذه البرجة المفتوحة للجسيمات الربية . إنها بالتحديد الفيروسات التي سبق وتحدثنا عنها باختصار . سوف لن نبالغ إذا قلنا ان هذه القدرة الكلية للجسيمات الربية تشكل الأساس الذي يقوم عليه وجود هذه الفيروسات التي قد تكون أغرب الكائنات الحية الأرضية .

تترتب على قدرة الجسيمات الربية المفتوحة وعلى شمولية الشيفرة الوراثية مجتمعين نتيجة خاصة . إن الجسيمات الربية لا تنتج فقط البروتينات الموجودة في الخلية التي تنحدر منها هذه الجسيمات ذاتها . إذا ما أخذنا مجموعة من الجسيمات الربية ذات منشأ بشري وأضفنا إليها حموضاً نووية دن من مأخوذة من نوى خلايا قنفذ البحر ، عندئذ تبدأ فوراً الجسيمات الربية البشرية بإنتاج بروتينات قنفذ البحر بما في ذلك تلك الأنواع التي لا وجود لها لدى الإنسان على الإطلاق . لذلك إذا ما تمكن البشر يوماً ما من تركيب حموض نووية دن من اصطناعياً وتزويدها ببرنامج يعود لجسم بروتيني غير موجود في الطبيعة فإن الجسيمات الربية المضافة الى هذا الخليط سوف تتمكن ، على الأرجح ، من حل هذه المشكلة الانتاجية المخالفة للطبيعة .

إذا كانت البروتينات مثل الكلمات التي تتألف حروفها من حموض أمينية فإننا نستطيع تشبيه الجسيمات الربية بالآلات الكاتبة التي يمكن عملياً بواسطتها عند استخدام نفس الحروف دائماً كتابة عدد لا محدود من الكلمات المختلفة . يتم استغلال هذه الامكانية من قبل الفيروسات . لقد تحدثت باختصار في الفقرة السادسة من هذا الكتاب عن الحياة غير الاعتيادية للفيروسات . اقتصرت هناك على القول ان الفيروسات توصلت الى أن تجعل الخلية تنتج جينات فيروسية بدلاً من أن تنتج الجزئيات التي تحتاجها هي ذاتها على الرغم من أنها بذلك تدمر نفسها بنفسها . الآن أصبحنا قادرين على أن نفهم بدقة كيف يحصل شيفرة تركيبه ذاته ومخطط بناء الغلاف الذي يضمه . عندما يقوم الفيروس بمهاجمة خلية ما يحصل هذا ، كما سبق وذكرنا باختصار ، بأن يتعلق الفيروس أولاً على جدار الخلية ثم يقوم ببقعه ويفرغ بعدئذ عبر الثقب حمضه النووي (أي يفرغ «ذاته» ، إذا ما غرضنا النظر عن الغلاف) في جسد الخلية . تقوم الخلية بعدئذ بنقل الحموض النووية ، التي نفذت الى داخلها ، الى الموقع الذي تتواجد فيه عادة الحموض النووية في الخلية السليمة : أي الى نواة الخلية . لكن عندما يصبح الحمض النووي الفيروسي هناك يقف ببساطة بجانب أحد الحموض النوية الكثيرة الموجودة في الخلية والتي تشكل هنا برنامج قيادة الخلية - ينتج عن ذلك تغير مفاجيء . لكامل برنامج الخلية ترتب عليه تبعات خطيرة . لقد حل كشف هذه العملية واحدة من أكبر الاحجيات التي شغلت المختصين في البحوث الفيروسية عدة عقود من السنين . بالإضافة الى المصاعب الكثيرة التي واجهتهم بسبب ضالة حجم هذه الفيروسات (التي لا ترى إلا بالمجهر الالكتروني) ووجههم نوع من «الظاهرة الشجية» . فور ما يهاجم فيروس ما الخلية يخفي بدون أي أثر . بعد مضي حوالي ٢٠ دقيقة ، عندما تبدأ الخلية المصابة بالوت ، يشاهد الباحثون الفيروسات ثانية . غير أنها الآن ليست فيروساً واحداً وإنما غلة مئات منها دفعة واحدة .

كانت هذه في الواقع هي الفيروسات التي أنتجتها الخلية المصابة خلال الوقت المنصرم كخلف لذلك الفيروس الذي دخل الى الخلية . أما ما حصل بالفيروس الأول نفسه فقد كان آنذاك لم يزل غامضاً . ليس هناك ما يبعث على العجب في أن يواجه الباحثون صعوبة في إيجاد فيروس دخل الى داخل الخلية ، إذ لم يبق منه في هذه اللحظة إلا ما سببه من «حولة زائدة» ، أي الحبل الحمض - نووي . لذلك فإن البحث عنه في نواة الخلية ، التي تحتوي على مئات الآلاف من جزيئات الحموض النووية ، يشبه البحث عن جملة قصيرة لا تزيد عن نصف سطر في موسوعة مؤلفة من عشرين مجلداً . إذ أن الفيروس ، أي سلسلة الحمض النووي التي يتألف منها وحدها الآن ، أصبح في هذه اللحظة جزءاً من البرنامج الموجود في نواة الخلية وبالتالي «اختفى» فعلاً .

لا يحتاج المرء لأن يكون حقوقيّاً كي يستطيع أن يعرف أن جملة وحيدة مضافة لاحقاً الى نص ما يمكن أن تغير معنى كامل النص أو ربما تحوله الى نقيضه . هذه هي بالضبط الحدة التي يعيش عليها الفيروس . يدخل حمضه النووي (أي الفيروس ذاته لأنه لا يتألف من أكثر من ذلك) في صلب «نصر» البرنامج المؤلف من سلاسل الحموض النووية للخلية وفي الموقع الذي يعطي هذا البرنامج معنى مختلفاً تماماً : تصدر الخلية الآن فجأة تعليمات الى جسيماتها الريبية لانتاج الانزيمات (هنا تصبح القدرة الشاملة لهذه الجسيمات شراً مستطيراً) التي تصنع بدورها من مواد جسد الخلية حموض نووية فيروسية مع أغلفتها .

يجري كل هذا بسرعة مذهلة . اذ بعد حوالي ٢٠ دقيقة تكون قد نشأت في الخلية مئات الفيروسات التي هي صورة طبق الأصل عن ذلك الغازي الذي «اختفى» بالطريقة التي وصفناها . بذلك تكون الخلية ، خاضعة خضوعاً أعمى لبرنامج بنواتها الجديد المحرّف ، قد دمرت نفسها باستهلاكها للمادة ، التي تتكون منها هي ذاتها ، في انتاج فيروسات جديدة . وهكذا تموت وتتفكك . يؤدي تفككها الى تحرر الفيروسات الجديدة الناشئة التي تقوم بمهاجمة خلايا أخرى وهكذا . . .

لم أقم بادراج هذا الخروج عن الموضوع ، متحدثاً عن التحول الحياتي الغريب للفيروسات ، في سياق وصف بعض العضيات الخلوية الهامة لأن هذه كانت فرصة مناسبة لشرح عمل الجسيمات الريبية . سوف نحتاج للمعلومات الجديدة التفصيلية حول الفيروسات في فصل لاحق . مهما كانت الطريقة ، التي كانت تستغل الفيروسات بواسطتها القدرة الواسعة للجسيمات الريبية وتمثل لغة الشيفرة الوراثية ، مذهلة فإن الحكاية لم تنته بعد . منذ عدة سنوات تتكاثر المؤشرات على أن التكتيك الاناني للفيروسات لم يلعب في النهاية في عملية التطور البيولوجي سوى دور الخصوصية للتميزة لـ «المحيط» التي ، عند وضعها في إطارها الصحيح ، تجلب الفائدة للتطور ككل . قد يكون ممكناً ان الفضل في وجودنا ووجود جميع الاشكال الحياتية العليا الأخرى على الأرض يعود الى هذه الطريقة الفريدة في التكاثر الموجودة لدى الفيروسات (سنشرح هذه النقطة في فصل لاحق) .

أما الآن فلنعد الى الخلية وعضياتها . لقد تحدثنا عن نواة الخلية وعن الجسيمات الكونودية وعن الجسيمات الريبية . بقي علينا ان نتحدث عن الأهداب الحركية والجسيمات الحضر . لن تصبح دراستنا بذلك مكتملة تماماً لكن اقتصرنا على هذه العضيات الأهم يعني بغرض التسلسل الفكري الذي ننشده .

لنلقى في مجال التشابه مع الأعضاء : يمكن تشبيه الاهداب الحركية بالأطراف الموجودة لدى الكائنات الحية العليا ؛ إذ انها تستخدم لانتقال الخلايا التي لها مثل هذه الاهداب (الأمر الذي لا ينطبق على جميع الخلايا) . تقوم هذه الجسيمات الشعرية بانكشاثات وضربات إيقاعية منتظمة تعمل كالمجاديف بحيث تتمكن الخلية الحرة السابحة في الماء بمساعدتها من التقدم بسرعة عالية نسبياً . لا نحتاج لأن نبرهن ان هذه الآلية فوائده لا تحصى (لدى البحث عن الغذاء وقبل كل شيء أيضاً عند الهروب) .

من الناحية الأخرى فإن مقارنة الاهداب الحركية بالأطراف ليست دقيقة . هذا ما استأكد منه بسرعة عندما تلقى نظرة على ما حصل مع هذه الاهداب في عدد من الحالات خلال مجرى عملية التطور . واحدة من أهم التطبيقات وأكثرها انتشاراً نجدها لدى ما يسمى «الاعشبة الاهتزازية» . تتألف الطبقة العليا من الاعشبة الاهتزازية ، أو الاعشبة المخاطية ، الموجودة في الأنف وفي كامل المجاري التنفسية حتى أدنى قفرعائها لدى البشر ولدى كثير من الكائنات الحية الأخرى من خلايا مسطحة تغطي سطحها العلوي الحر عدد لا حصر له من الشعيرات (الاهداب) القصيرة . عبر كامل طول المجاري الهوائية لدينا يكون إيقاع الحركة لهذه الشعيرات المجهرية الدقيقة منتظماً بشكل ان تنشأ موجات تتحرك دائماً عبر كامل الاعشبة التنفسية باستمرار وفي نفس الاتجاه كما يتحرك حقل من القمع تهب على سطحه رياح منتظمة باتجاه واحد .

تتجه الحركة دائماً من الأسفل إلى الأعلى ، أي من الداخل باتجاه البلعوم والقم والأنف . لا شك أن الهدف واضح . بهذه الطريقة تدفع الاعشبة الاهتزازية الغبار والأجسام الغريبة الأخرى ، التي تدخل المجاري التنفسية مع الهواء ، من الرقة إلى الخارج مرة أخرى . هذا هو السبب الذي يجعل المسممين على التدخين يسعلون كثيراً لأن الدخان يؤدي بسرعة هذه الاعشبة بحيث لا تستطيع ممارسة وظيفتها التنظيفية . ينتج عن ذلك التهابات في الاعشبة المخاطية يرافقها تزايد انتاج المخاط وتبججات تؤدي إلى السعال .

من السهل ان نلاحظ ان شعيرات الاعشبة الاهتزازية غائبة الاهداب الحركية في الخلية المفردة الحرة ، إذ لا فرق من حيث المبدأ بين ان نحرك بالمجاديف زورقاً حراً وبين أن نربطه ونحدث بتحريك المجاديف تياراً في الماء المحيط به . وبما أن الخلايا الاهتزازية في المجاري التنفسية مثبتة من الجهة السفلى لذلك لا تؤدي اهتزازات هديانها إلى تحريكها بل إلى حدوث تيار منتظم في الطبقة الرطبة ، التي تغطي الغشاء المخاطي ، ينقل الاجسام الغريبة إلى الخارج .

لكن وجه التشابه (بين الاهداب الحركية والأطراف) يضعف نهائياً عند اشكال أخرى من الطرق التي استخدم فيها التطور هذه الاهداب . هناك كثير من المؤشرات التي تدل على أن خلايا النظر الحساسة بالضوء في شبكية الحيوانات الأعلى هي انواع خاصة متطورة من الاهداب الحركية . لم يتضح حتى اليوم الطريق الذي سلكه هذا التحول الوظيفي اللامتوقع خلال الملايين من السنين .

آخر العضيات التي نود التحدث عنها هنا هي ما يسمى «كلوروبلاست» . تعني كلمة «كلوروس» (باللغة اليونانية) وأخضر» . أي أن الكلوروبلاستات هي ، بالترجمة الحرة ، بقى تستطيع ان تصنع اللون

الأخضر. لذلك نسميها «الجسيمات الصائغة الأخضر» أو «الجسيمات الخضراء». إن الجسيمات الخضراء كبيرة (يبلغ قطرها ٥ إلى ١٠ من الألف من المليمتر) لدرجة أننا نستطيع مشاهدتها بالمجهر الضوئي وبالتالي التعرف على لونها (أما المجهر الإلكتروني فلا يعطي سوى صور فوتوغرافية مكبرة باللون الأسود - أبيض). تظهر تحت المجهر الضوئي بوضوح في الهويلى الخلوية كجسيمات صغيرة خضراء عديمة الشكل.

من المهم جداً أن نذكر أن الجسيمات الخضراء ليست موجودة لدى جميع الخلايا . توجد هذه العضيات الخلوية فقط في مجال محدد تماماً معروف من قبلنا جميعاً يقسم عرضانياً مملكة الطبيعة الحية . تكتسب الجسيمات الخضراء لونها الأخضر مما تحتويه من مادة الكلوروفيل (اليخضور) أي المادة الملونة للأوراق . إن الخضرة الموجودة في جميع الأوراق النباتية والحشائش والإبريات والفصائل النباتية الدنيا تعود حصراً إلى لون الجسيمات الخضراء الصغيرة اللا حصر لها الموجودة في خلايا هذه النباتات وفي خلايا جميع النباتات الأخرى تقريباً . توجد الجسيمات الخضراء إذن فقط في الخلايا النباتية . علينا في الواقع أن نعتبر بطريقة معاكسة : إن وجود جسيم أخضر واحد أو عدة جسيمات خضراء (تبلغ غالباً ١٠ إلى ٢٠) في خلية ما يجعل منها خلية نباتية . تحصل في الجسيمات الخضراء عملية التمثيل العضوي للسلاسل والتركيب الفوتوني» (التركيب الضوئي) الذي يميز جذريا النباتات عن الحيوانات .

الجسيمات الخضراء هي إذن العضيات التي تستمد منها الخلية النباتية القسم الرئيسي من الوقود الذي تشغل به «الجسيمات الكوندريية» أو ما سميناه محطلات الطاقة الخلوية . تنتج الجسيمات الخضراء هذا الوقود بواسطة شكل من أشكال الطاقة التي تصلها ، بالمعنى الحرفي للكلمة ، لا سلكياً على شكل موجات كهرومغناطيسية قادمة من الشمس . بكلمات أخرى : تستطيع هذه العضيات الشديدة الأهمية استقبال الضوء القادم من الشمس واستخدامه كمصدر للطاقة في تركيب المواد العضوية .

تستطيع أن تتركب هذه المواد العضوية من الماء (الذي تمتصه من الأرض بواسطة جذورها) ومن غاز الفحم (الذي تأخذه من الجو) . بذلك تكون الجسيمات الخضراء قادرة على أن تتركب من هذين النوعين البسيطين من الجزيئات روابط عضوية أكثر تعقيداً (قبل كل شيء النشاء وأيضاً الشحوم والبروتينات) . لكي ندرك مدى أهميتها علينا فقط أن نتذكر أن هذه العضيات الخضراء للجهازية الصغيرة هي الكائنات الوحيدة على الأرض التي تستطيع فعل ذلك .

كانت امدادات المواد العضوية التي تحتاجها جميع الكائنات الحية كغذاء وكمواد بناء قد نفذت منذ زمن طويل لولا وجود الجسيمات الخضراء التي تستطيع تحويل الضوء الشمسي إلى طاقة كيميائية مخزنة في الجزيئات العضوية . تقدر كمية المواد العضوية التي تنتجها هذه العضيات سنوياً على الأرض بما لا يقل عن ٢٠٠ مليار طن . لذلك فإن وجود الجسيمات الخضراء في الخلايا النباتية يجعل وجود النباتات شرطاً ضرورياً لجميع أنواع الحياة الحيوانية .

أما البشر والحيوانات فاعليهم العيش دون جسيمات خضراء (لهذا الوضع فوائد أيضاً ، كما سنرى لاحقاً) ، لذلك لا يستطيعون العيش ببساطة من ضوء الشمس . إنهم يحتاجون في غذائهم وفي بناء

أجسامهم إلى المواد العضوية التي تستطيع النباتات حصراً ملئهم بها .
هناك إذن نواة تتركز فيها المورثات ، مضاف إليها الجسيمات الكوندرية والجسيمات الريبية وهناك
أخيراً ، عندما يتعلق الأمر بخلية نباتية ، الجسيمات الخضر وهناك في بعض الحالات الأهداب الحركية ؛
هذه هي تقريباً الأجزاء الهامة من التجهيزات النموذجية العامة لخلية «حديثة» . مما لا شك فيه أن هذا
يشكل منظمة متعددة الجوانب والاختصاصات بدرجة عالية (إنها في الواقع أكثر تعقيداً مما عرضته هنا
باختصار) . لدينا كل الأسباب التي تدعونا إلى الافتراض بأن خلية مجهزة بهذه الطريقة يجب أن تكون قد
خلقت وراءها طريقاً طويلاً من التطور . تؤيد هذا الافتراض حقيقة أنه يوجد اليوم أيضاً خلايا ذات
تركيب «قديم» أبسط بكثير تعيش بدون نواة وبدون عضيات محددة واضحة .
تنسب إلى هذه الخلايا البدائية البكتيريا وبعض وحيدات الخلية مما يسمى «الأسنيات الزرق» .
من الجائز أن يطابق تركيبها البسيط تركيب الخلية الأولى التي نستطيع تصورها على الإطلاق . لذلك إذا
أردنا الآن متابعة التعرف على التاريخ الذي بدأ بالانفجار الكوني الأول وأدى من خلال مسيرته التطورية
إلى وجودنا يتوجب علينا عند هذه النقطة أن نطرح السؤال حول الطريق التي سلكها التطور للانتقال من
الخلية البدائية العديمة النواة إلى الخلية المتقدمة التي تحتوي على نواة واضحة الحدود وعلى عضيات عالية
التخصص .

هذه هي مرة ثانية نقطة أخرى من النقاط التي بقيت غامضة حتى إلى ما قبل وقت قصير . لقد تمكنا
الآن من تجاوز جميع العثرات دون أن نسقط مرة واحدة . من البديهي أننا تركنا عدداً كبيراً من الثغرات
وهذا أمر لا يبعث على العجب . إذ علينا أن نتذكر دائماً أنه لم يمر حتى الآن سوى مائة عام منذ بدأ البشر
لأول مرة يعتقدون بوجود مثل هذا النوع من التاريخ الذي أحاول سرده هنا . لذلك فإن تمكنا من
التعرف على مجرى هذا التاريخ الشامل ولو بخطوطه العريضة يعتبر مدهشاً بما فيه الكفاية .
عندما أقول أننا تجاوزنا حتى الآن جميع العثرات بسلام فأنني أعني بذلك أننا لم ندخل حتى الآن عند
أية نقطة من نقاط هذه القصة في طريق مغلق . بغض النظر عن المسائل التي بقيت مفتوحة والجزئيات
التي لم تزال مجهولة فقد تمكنا هنا أيضاً ، وإن كان لم يزل ينقصنا البرهان ، على الأقل من اكتشاف طرق
معقولة وامكانات مقنعة حول التعرف على مسار التطور المرجح . لم نواجه حتى الآن أية نقطة تستطيع من
الناحية المبدئية دحض الفرضية التي اعتمدناها في هذا الكتاب وهي : الإدعاء بأن تاريخ الكون منذ
الفيوم الهيدروجينية الأولى أي منذ البدء البدئي وحتى نشوء الوحي ، الذي بدأ اليوم يدرك ويعد تصميم
وقائع هذا التاريخ ، قد سار بصورة مترابطة ومتسلسلة بحيث تنتج بالضرورة كل خطوة عن الخطوة (أو
الخطوات) التي سبقتها .

إن الخطوة التي توصلنا إليها الآن كان من الممكن أن تبدو حتى إلى ما قبل بضعة سنوات على أنها
طريق مغلق ، إذ أننا لم نعثر على أي طريق للانتقال من الخلية البدائية العديمة النواة إلى الخلية المتطورة
المحتوية على العضيات المتخصصة . من الممكن أن يزداد ارتباطنا لكون هذه الخلية القديمة ، كما ذكرنا ،
لم تزال موجودة حتى اليوم ، إذ أن البكتيريا والأسنيات تجسد هذه الخلية بكل وضوح وحيوية . غير أن

جميع الكائنات الحية العليا بما في ذلك النباتات كثيرة الخلايا وحتى معظم وحيدات الخلية (بروتوزونات) تتألف من خلايا تحتوي على التجهيزات «المتقدمة» التي وصفناها . أين هي الأشكال الانتقالية بين هذين التصميمين الطبيعيين التي يمكن أن تفسر لنا كيف نشأت الأشكال الخلوية الأعلى تطوراً من تلك البدائية ؟ لم يتمكن أحد من العثور عليها .

غير أن هذه الاحجية أيضاً بدأت تنكشف منذ وقت قصير . لم يعد الآن ، من المنظور الحالي ، مستغرباً لماذا لم يعثر أحد على هذه الأشكال الانتقالية المفقودة . لأنها على أغلب الظن لم توجد على الإطلاق . كما تبدو الأمور الآن لم يتطور أحد هذه الأنواع من الخلايا عن ذاك النوع الآخر مطلقاً . رغم ذلك سارت عملية التطور هنا أيضاً بصورة متتابعة ومتصلة . لكنها سلكت طريقاً لم يخطر على بال أحد .

ستوجب علينا في الفصول اللاحقة من هذا الكتاب التحدث بإسهاب عن هذه الخطوات من تاريخ التطور التي سارت من الخلية البدائية العديدة النواة إلى النموذج المتقدم لـ «الخلية الأعلى» . إن الأمر يستحق بذل الجهد . سيواجهنا مبدأ جديد لتاريخ تطور الحياة ما كنا بدون معرفته لنستطيع فهم خط التطور اللاحق الذي أدى أخيراً إلى «اختراع» الكائنات ذات الحرارة الثابتة وإلى نشوء الدماغ الانساني . ينطبق نفس القول على الأفكار المطروحة في القسم الأخير من هذا الكتاب حول مسار التطور المستقبلي الذي يتجاوز حاضرتنا المعاصرة . سنحتاج لتعميل هذا المستقبل أيضاً إلى الأفكار الناتجة من دراسة الطريقة المتميزة التي أدت إلى نشوء «الخلايا العليا» .

الآن يتبين لنا ، لاحقاً ، أن حل هذه المشكلة قد حصل قبل حوالي ٧٠ عاماً من قبل عالم نبات روسي هو البارون ميرشكوفسكي . غير أن أقوال ميرشكوفسكي كانت مجرد ظن أو تكهنات جريئة لم يكن يتوفر آنذاك ، في مطلع هذا القرن ، أدنى برهان على صحته . لذلك نستطيع أن نعذر الأوساط العلمية لعدم اهتمامها آنذاك بمحاولة التفسير هذه . يوجد في العلوم أيضاً كثير من التكهانات والفرضيات . لكن البرهان هو الشيء الوحيد الذي يستحق الاعتبار .

توصل ميرشكوفسكي إلى فكرة تقول أن الجسيمات الخضر في الخلايا النباتية التي درسها قد لا تكون أصلاً عضيات خلوية أي أنها ليست أجزاء شرعية من الخلايا التي تقوم بعملية التركيب الضوئي في داخلها . لقد ذكّر مظهرها بنوع من أنواع الأشنيات الزرق ، التي سبق وذكرناها ، أي ما يسمى «الأشنيات» الخضراء - الزرقاء . هذه هي أيضاً وحيدات خلية بدائية بدون نواة وبدون عضيات لكنها تقوم بعملية التركيب الضوئي .

لا تمتلك هذه الأشنيات الخضراء - الزرقاء ، كما قلنا ، عضيات أي ليس لديها جسيمات خضر . قد تكون هي ذاتها ، بكاملها ، مجرد جسيمات خضر ؟ عندما توصل ميرشكوفسكي إلى هذه الفاترة الذكية عللها كما يلي : أن التركيب الضوئي هو عملية كيميائية شديدة التعقيد . لذلك نستطيع أن نفترض ، انطلاقاً من مبدأ الاقتصادية الطبيعية ، أن الطبيعة لم تتطور مثل هذه الآلية الصعبة سوى مرة واحدة . كانت الأشنيات الخضراء - الزرقاء تعرف هذه الآلية . هل كان محتملاً أن تكون كائنات أخرى ،

الجسيمات الخضر ، قد تعلمت أيضاً من جديد مرة أخرى وبصورة مستقلة نفس هذه العملية الصعبة ؟
استنتج ميرشكوفسكي فوراً ان الأشنيات الخضراء - الزرقاء والجسيمات الخضر هي شيء واحد .
من الواضح ، هكذا ادعى هذا العالم الروسي ، أن عدداً من الخلايا الأخرى (التي أصبحت بذلك
أسلاف النباتات الحالية) قد سيطر على الأشنيات الخضراء - الزرقاء وحبسها في جسده كي يستفيد من
عملها المنتج للغذاء . بذلك تكون الجسيمات الخضر ليست سوى أشنيات خضراء - زرقاء أسرتها خلايا
غريبة وفرضت عليها انتاج المواد الغذائية لصالحها .

ابتهج ميرشكوفسكي بخاطرته لدرجة أنه حاول ، بلا أي حذر ، وضع نظرية لتفسير الفرق في
طريقة الحياة بين الحيوانات والنباتات فكتب يقول : «إن تمطرش الأسد إلى الدم يعود في النهاية إلى أن هذا
الحيوان مضطر لأن يكسب رزقه (غذائه) بتعبه . أما النباتات فهي مسالمة وسلبية لأنها تحتفظ في خلاياها
بمعد لا حصر له من العييد الخضر الصغار الذين يخدمونها ويتوبون عنها في تنفيذ هذه المهمة » .
لفد سخر الاخصائيون من ميرشكوفسكي بسبب هذه «التخيفات» . من المؤكد ان هذا العالم
الروسي قد ذهب في محاولاته التفسيرية إلى أبعد من اللازم . أما فيما يتعلق بأرائه حول منشأ الجسيمات
الخضر فقد حصل العلماء حديثاً على البراهين الأولى التي تؤيد صحتها : إنها «عييد خضر صغار» .

١٢. التعاون على مستوى الخلية

إذا أردنا أن نفهم كيف تم أمر الجسيمات الحضر علينا أن نتوسع قليلاً في الموضوع . من الضروري أولاً أن نضع أمام أعيننا حالة المحيط الذي توجب على هذه الخلايا البدئية العديدة النواة أن تعيش فيه . كانت تسبح في عيطات الأرض الفتية . على سطح اليابسة لم تكن لها أية فرصة لا لأن تنشأ ولا لأن تعيش . وحده الماء قدم وسطاً استطاعت أن تتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية واللقاءات على المستوى الجزيئي التي كانت ضرورية لنشوء المركبات البيولوجية المضاعفة أولاً ثم الخلايا الأولى بعد ذلك . أما على اليابسة فقد كانت رجاء الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس لا ترحم لدرجة أن أباً من الجزئيات المعقدة التي تقوم عليها الحياة لم يكن يستطيع البقاء مستقراً هناك .

في هذه المحيطات الأولى كانت تسبح إذن الجزئيات العضوية المختلفة والمركبات المضاعفة وأخيراً أيضاً الخلايا البدائية التي نشأت منها والتي مثلت الأشكال الأولى على الأرض ، التي بدأت تتخذ لنفسها في قليل أو كثير كياناً مستقلاً عن الوسط المحيط بها . أما الطاقة التي كانت تحتاجها والمواد الأولية اللازمة لانتاج هذه الطاقة فلم تكن تستطيع الحصول عليها في البدء إلا عما هو متوفر في محيطها من الجزئيات الكبيرة المشكولة بطريقة لا عضوية . بكلمات أخرى : لقد بدأت الكائنات الحية الأرضية الأولى منذ لحظة وجودها بالتهام المواد التي نشأت منها هي نفسها .

سبق وشرحنا بأسهاب تسلسل العمليات المعقدة التي أدت إلى نشوء هذه الجزئيات الكبيرة والمركبات المضاعفة . يجب أن تكون قد مرت عدة مئات من ملايين السنين حتى تمكنت من التجمع في المحيطات الأولى بشكل مكن من نشوء المركبات البروتينية الحمض - نووية الأولى التي تعرفنا عليها كهيكل وظيفي للخلايا الأولى . أصبح الآن من السهل على الخلايا أن تقوم بتفكيك هذه المركبات

البروتينية ثانية كي تستفيد من الطاقة الكيميائية المتحررة نتيجة لذلك . كانت هذه العملية تتم بسرعة أيضاً .

هنا واجه (لأول مرة 1) التركيب اللاعضوي البطيء والعسير لهذا النوع من المكونات الجزئية «نهم» الخلايا الحية . في هذه المرحلة ، بعد فترة قصيرة من تشكل البنى الحية الأولى يجب ، منطقياً ، أن يكون تركيز الجزئيات العضوية في المحيطات الأولى قد تراجع ثانية وبسرعة كبيرة . بتعبير أوضح : كانت الخلايا الأولى الآن في صدد قطع الغصن الذي تسقلت عليه لتوها بعد «جهد عسير»

راحت الأغذية تتناقص وتتناقص . كانت عملية نشوء جزئيات جديدة بطريقة لا عضوية أعقد وأبطأ من أن تتمكن من سد مثل هذه الحاجة التي كانت حتى ذلك الوقت مجهولة تماماً . هكذا وجدت الحياة نفسها بعيد ظهورها على سطح الأرض أمام خطر جسيم يتهدد وجودها بدا على أنه لا مخرج له . غير أن حقيقة كوننا اليوم نستطيع أن نرهق أذهاننا بالبحث عن حل لهذه المشكلة تبرهن على أن هذا الحل يجب أن يكون قد وجد فعلاً . كيف أمكن أن يوجد ؟

إننا لا نعرف بالضبط . الجواب المرجح الذي يقدمه العلماء اليوم ينطلق من الفروق التي نستطيع افتراضها لدى الخلايا البدئية . كان لهذه الخلايا حقاً منشأ مشترك من حيث أنها نشأت جميعها بطريقة لا عضوية (بدون أهل) . لكنها ليست مضطرة بسبب ذلك لأن تكون متماثلة لا في بنيتها ولا في وظائفها . كانت جميعها محاطة بغشاء كغلاف خارجي يفصلها عن المحيط لأن التمثيل العضوي «المستقل» (أي المزعول الى حد ما عن العمليات الكيميائية الجارية في الوسط المحيط) لن يكون ممكناً بدون هذا الفصل . غير أن التركيب الكيميائي لهذه الأغشية يمكن أن يكون مختلفاً بما يؤدي الى نشوء نماذج مختلفة من الأغشية . لكن التركيب الكيميائي يحدد بدوره الاختيارات التي يتخذها مثل هذا الغشاء بين الجزئيات التي تمكن مبادلها بين داخل الخلية ومحيطها . التركيب المختلف لأغشية الخلايا المختلفة يعني إذن فروقاً أساسية في نوع تمثيلها العضوي (وبالتالي في نشاطاتها الوظيفية) . علاوة على ذلك فما لا شك فيه أن الفروق ، في هذه المرحلة من تشكل الأنواع الخلوية ، كانت أكبر فيما يتعلق بالتجهيزات الانزيمية الأولى .

لسنا متأكدين عما إذا كانت جميعها في الأصل تعمل على مبدأ الآلية - البروتينية - الحمض - نووية (د ن س) ، التي سبق وشرحنها . إن عدم معرفتنا خلايا أخرى اليوم لا يعبر عن شيء في هذا الصدد . أود أن أكرر أنه لم يكن غير ممكن ، بل بالعكس كان مرجحاً ، أن تكون آنذاك ، عند بداية معركة تنازع البقاء الكبرى المسماة «تطور» ، قد وجدت أيضاً خلايا ، كانت تعمل وفق مبادئ أخرى تماماً ، توجب عليها ، لدى الخطوات التطورية اللاحقة ، أن تحل الساحة منهزمة أمام منافساتها الأقوى . سنرى لاحقاً أن مثل هذا الاصطفاء أو «الانتخاب» لم يزل يعتبر حتى اليوم القانون التنظيمي الذي أدى ، في تاريخ الأنواع البيولوجي ، دائماً الى نشوء أشكال حيائية جديدة وقبل كل شيء أصل تطوراً . لماذا لا نفترض إذن وجود هذا القانون التنافسي أيضاً لدى الخطوة الأولى الحاسمة في هذا التاريخ البيولوجي ؟

حسب جميع الاحتمالات يجب أن تكون قد وجدت في هذه المرحلة الحياتية الأولى بين الخلايا الكثيرة المختلفة التركيب والوظائف أيضاً خلايا كانت هيولاًها تحتوي جزئيات البورفيرين . لقد سبق وذكرنا أن

هذه الرابطة الكيميائية الخاصة تنسب الى الجزئيات التي تنشأ بسهولة بطريقة لا عضوية (لان مكوناتها نشطة تفاعلياً لأسباب فيزيائية وكيميائية) . أبدت ذلك تجارب ميلر وغيره من قلدوه كيا أيده أيضاً اكتشاف روابط بورفيرينية في الفضاء الحر .

لكن إذا كان البورفيرين لهذا السبب قد وجد بفرارة نسبية بين جزئيات المحيطات الاولى فإننا نستطيع أن نفترض أن بعض الخلايا التي نشأت آنذاك قد استخدمته كإداة أولية في تركيبها . حصل هذا بالصدفة المحضة ولم تكن له في البداية أية أهمية تذكر . غير أن هذه الحالة تغيرت فوراً عندما بدأت الأزمة الغذائية الأرضية الاولى كنتيجة لاختلال التوازن بين امدادات الجزئيات العضوية الجديدة المتشكلة بطريقة لا بيولوجية وبين حاجة الخلايا الناشئة لتوها لهذه الجزئيات .

يملك البورفيرين ، مرة أخرى بالصدفة البحتة ، خاصية امتصاص ، «إبتلاع» ، الضوء المرئي في المجال الطيفي (رأي في المجال الذي يصل عملياً بدون إعاقة الى سطح الأرض تحت جميع الشروط الجوية) . لكن بما أن الضوء ، شأنه شأن جميع الموجات الكهرطيسية ، ليس سوى شكل من أشكال الطاقة الخاصة ، فإن هذا يعني أن جزئيات البورفيرين تستطيع امتصاص الطاقة الموجودة في ضوء الشمس المرئي .

بذلك منحت الخلايا التي تحتوي في جسدتها بالصدفة جزئيات البورفيرين فرصة رائعة لم تكن تحمل بها . إذ تحولت الآن فجأة ، كنتيجة للتبدل العميق في شروط الوسط المحيط ، ملكيتها (كميات البورفيرين) ، التي كانت حتى ذلك الوقت بدون قيمة ، الى ميزة حاسمة . (هذه هي الآلية النموذجية التي لم تزل حتى اليوم تدفع عملية التطور الى الأمام) . بينما كانت زميلاتها ، التي لا تحتوي على البورفيرين ، تتعرض لحظر الموت جوعاً ، وبدأت بدون شك التهام بعضها البعض كلياً منحت الفرصة بذلك ، كانت هي حصراً تمتلك الآن مصدراً إضافياً للطاقة . أصبحت الآن في وضع يشبه ، بتعبير مجازي ، عدداً قليلاً من التمييزين الذين يحصلون في أثناء كارثة غذائية على طرود من منظمة خارجية للمعونة .

دون أن نبذل جهوداً كبيرة في التفكير بالطريقة التي استخدم فيها هؤلاء الملاكون السعداء الطاقة الضوئية التي تصلهم مجاناً من الشمس ، نستطيع أن نكون متأكدين أنهم أخذوا منها كل ما يفيدهم . غير أن الطاقة التي كانوا يحصلون عليها بهذه الطريقة كانوا يستطيعون ، في حال التغذية التقليدية ، إداخارها . هذا أمر مؤكد استناداً الى القوانين الفيزيائية حول بقاء الطاقة لأن هذه القوانين تنطبق على التعضيات الحية أيضاً . لو كان الأمر غير ذلك لما كنا نحتاج الى الغذاء .

إنها فرصة سعيدة بالنسبة لتسلسل أفكارنا اتنا نستطيع تطبيق هذا القانون هنا لأن ما من أحد يعرف حتى اليوم ما هي بالتفصيل العمليات الكيميائية والانزيمية التي مكنت الخلايا التي تحتوي على البورفيرين من استغلال الطاقة الضوئية . رغم البحوث المستمرة عشرات السنين لم تفسر تفسيراً كاملاً عملية التركيب الضوئي ذات الأهمية الحياتية والتي تطورت عن هذه البدايات البدائية . لكننا انطلاقاً من السبب المذكور نستطيع رغم ذلك أن نكون متأكدين أن طريقاً جديداً للتغذية قد فتح أيضاً فجأة أمام أكلة الضوء تلك في وضع التنافس الشديد الذي وصفناه .

لكن الخلايا الأولى التي امتلكت هذه التكنولوجيا لم تكن بالتأكيد قادرة بعد على الاستغناء عن المواد العضوية في غذائها كما أصبح الأمر لاحقاً لدى النباتات المتطورة . لم تكن سوى الخطوة الأولى . لكن مهما كانت هذه الميزة ضئيلة فقد أُنشئت في الظروف المذكورة سبقاً حاسماً . بينما أخذ عدد جميع الخلايا الأخرى يتناقص يوماً بعد يوم بسبب نقص الغذاء ، بدأ هذا الطراز الخلوي يتكاثر .

في نفس الوقت تزايد عدد الحالات التي تقوم فيها الخلايا التي لا تمتلك البورفيرين بإلتهام الخلايا التي تمتلكه . كانت تفعل هذا ، على الأرجح ، بنفس الطريقة التي تتبعها اليوم وحيدات الخلية : تقوم أولاً بإدخال الفريسة كاملة عبر فتحة في الغشاء الخلوي إلى جسدتها الهولي ثم تبدأ بتفكيكها كي تتمكن من الاستفادة من جزيئاتها كغذاء في عملية تمثيلها العضوي . يجب ان تكون هذه العملية قد حصلت آنذاك مرات لا حصر لها .

لكن يجب ان يكون الأمر في بعض الحالات ، ولو في عدد قليل من الحالات ، قد حصل بطريقة أخرى أو لنقل أكمل طريقه بشكل آخر . في هذه الحالات أيضاً تم ابتلاع الخلايا الصغيرة (كانت بالتأكيد اصغر بكثير من تلك التي تتلهمها وإلا لما تمكنت هذه من ذلك) المحتوية على البورفيرين من قبل الخلايا الأكبر وأيضاًها إلى الجسد الهولي . لكن العملية توقفت عند هذه النقطة . لسبب ما ، كنتيجة لجملة من المصادفات لم يحصل تفكيك الفريسة في هذه الحالات القليلة (أو لربما في حالة وحيدة واحدة ؟) . ربما كانت الخلية المفترسة تعتقد بالصدفة الانزيم اللازم لتحطيم غشاء الخلية المحتوية على البورفيرين . كانت العملية بكاملها ، مرة أخرى ، نتيجة لتوافق عدد من الظروف المختلفة ، بالصدفة . في ملايين المرات الأخرى كان يتم هضم الفريسة . أما هذه المرة فلم يحصل ذلك . في هذه الحالة الشاذة كان ، مرة ثانية ، نقص الانزيم في الخلية المفترسة نقطة انطلاق غير محسوبة مسبقاً لخطوة تطويرية حاسمة : لقد بقيت المتعضية الصغيرة المغدورة ، التي وضعتها الخلية الأكبر في جوفها ، بقيت حية وتابعت بمساعدة جزيئاتها البورفيرينية تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية ، كما هي عاداتها أصلاً . بذلك أصبح عسر هضم الفريسة بالنسبة للصيداء مكسباً من نوع جديد تماماً . لم يقع في هذه المرة الخامسة على غذاء اعتيادي يسكن له جوعه لفترة عابرة وإنما على رأسال يؤمن له منذ هذه اللحظة رعيمة دائمة .

يعتقد كثير من العلماء اليوم ان الخلية النباتية الأولى قد نشأت بهذه الطريقة . الخلية الأولى التي كانت قادرة على وقاية الحياة الأرضية من خطر الموت جوعاً لأنها لم تكن مضطرة إلى الاعتدال (أو إلى الاعتدال حصراً) على الجزئيات العضوية الموجودة في محيطها ، التي راحت كمياتها تشبع يوماً بعد يوم ، لديها بالغذاء الذي يؤمن لها الطاقة التي تحتاجها : لقد أصبحت الآن هي نفسها قادرة على تركيب هذه الجزئيات اللازمة للحياة بواسطة ضوء الشمس من مواد غير عضوية .

أصبحت الآن إعادة التوازن ممكنة : أصبح الآن بإمكان الخلايا البورفيرينية نفسها و«ملاك العبيد» التكاثر بلا أية مصاعب في وسط يفتقر أكثر وأكثر إلى الأغذية الاعتيادية . وبذلك أصبحت الجدوة الأولى للأشنيات الخضراء - الزرقاء والنباتات الحالية . لكن في نفس الوقت ونفس المقدار الذي تزايد فيه عدد هذه الخلايا حصل أيضاً عدد من الخلايا المتبقية من الطراز القديم البورفيرين على فرص جديدة للبقاء .

كان هذا ينطبق في كل حال على تلك الأعداد منها التي تمكنت من التخصص في الوقت المناسب على الافتراض متخذة من «أكالات الضوء» إحدى وجباتها المفضلة .

بهذه الطريقة نشأت آنذاك ، على ما يبدو ، الأسلاف الأولى لجميع الحيوانات الحالية (وبالتالي أسلافنا أنفسنا أيضاً) . اننا إذا ، من هذا المنظور ، الخلف البعيد لتلك الخلايا التي تضررت آنذاك في باديء الأمر من عملية التطور بحيث لم تستد من التقدم الذي نتج عن ابتلاع الخلايا المحتوية البورفيرين . لقد تمكن أسلافنا هؤلاء من البقاء لسبب وحيد هو أنهم تحولوا إلى التغذية بمواد عضوية حية . كانت هذه المواد في البداية قبل كل شيء أجساد الخلايا النباتية الماصة للضوء . غير أنه لم يمض وقت طويل حتى اكتشف هذا الطراز الخلوي «الحيواني» ، الذي أرغمه تطور الظروف على اتخاذ كيان مفترس ، أن نظيراته من الخلايا المماثلة تحتوي أيضاً على هذا الغذاء القيم .

لم يكن قد بقي سوى الأشنيات الخضراء - الزرقاء ثم تلك الخلايا التي ابتلعت الأشنيات الخضراء - الزرقاء كـ «جسيمات خضراء» وأخيراً الخلايا العديمة البورفيرين التي كانت تتغذى على خلايا حية أخرى . أما جميع الخلايا والتصاميم البيولوجية الأخرى فقد سقطت ضحية الجوع ولم يبق لها أي أثر . لقد اختفت في عالم الأموات مع جميع البذور الحياتية الأخرى التي يدعي باسكال جوردان أنها لم توجد على الإطلاق .

إن هذه الأفكار تدفع إلى الظن بأنه آنذاك ، عندما بدأت الحياة قبل ٣,٥ مليار سنة بتثبيت أقدامها على الأرض قد اتخذ قرار ترتب عليه نتائج حددت الخطوط الأساسية لسكوننا وجموعتنا الحاليين . قد يكون الاضطراب إلى استخدام المتعضيات الحية الأخرى كغذاء قد شكل البكرة لجميع أشكال العدوانية اللاحقة . قد يسهل علينا سير الأمور ، الذي أدى إلى هذا الاضطراب ، فهم العلاقات القوية القائمة بين الاستمدادات العدوانية لدى الكائن الحي وتنوعه غذائه . لكن الدائرة لن تنغلق إلا بعد إيجاد الحل النهائي الكامل لازمة الغذاء العالمية تلك الذي لن يكون ممكناً إلا بكشف جميع أسرار عملية التركيب الضوئي .

لقد تمت البشرية اليوم إلى درجة أن التوازن بين امدادات المواد الغذائية العضوية وبين الحاجة لها قد بدأ يتهز مرة أخرى من جلوره (لأول مرة بعد تلك المرة التي حصلت قبل ٣,٥ مليار سنة) . اليوم أيضاً يكمن المخرج الأساسي الوحيد من هذه الأزمة في أن نتعلم بسرعة كيف نستطيع استخدام الطاقة الضوئية الشمسية في غذائنا . عندما نتعرف على جميع أسرار عملية التركيب الضوئي سوف نستطيع - مع تأخره قدره بضع مليارات من السنين - بوسائل تكنولوجية تكرر الخطوة التي قامت بها الأشنيات الخضراء - الزرقاء قبل كل هذا الوقت الطويل . عندئذ منستطيع التحرر من اعتمادنا على الغذاء ذي المنشأ الحيواني والنباتي لأننا سنكون قادرين على إنتاج المواد الغذائية العضوية من الماء وغاز الفحم (الموجود في الجو) وبعض المعادن الأرضية صناعياً وبكميات غير محدودة عملياً .

هل سيكون تفاؤلنا مفرطاً إذا علمنا الأمل على أن هذه الامكانية ستحرر البشرية نهائياً ليس فقط من جميع الهموم المرتبطة بتأمين الغذاء وإنما أيضاً من طريقة التغذية التي تعتمد بصورة أساسية على

الاتراس الأمر الذي يمكن أن يؤدي إلى تخفيض الافراط في الاستعدادات العدوانية التي نرصدها اليوم بكثير من القلق ؟

لا شك ان الطريق اللتوي الطويل الذي امتد مليارات السنين والذي أدى بنا أخيراً إلى حل المشكلة بهذه الطريقة المفرقة في القدم لم يكن ، من الناحية الأخرى ، بدون فائدة . بل لقد فرض الزمن الطويل الذي مضى بدون وجود الجسسيات الخضر من خلال تطور الحيوانات وبالتالي من خلال تطورنا انفسنا نشوء عدد كبير من القدرات والوظائف المعلقة (التي ليست سوى وظائف تمويضية وقدرات فرضها المحيط) ، التي لم تكن النباتات ، التي يقوم وجودها على «الاستعباد» ، بحاجة لها . إن الأسد يختلف عن النبتة ليس فقط بتعشقه للدم ، كما يقول ميرشكوفسكي ، وإنما بمرورته الحركية وبحواسه وبدواعي» والقدرة على رد الفعل تبعاً لتغيرات المحيط بسرعة ليست ممكنة إلا بواسطة الجهاز العصبي لكائن ثابت الحرارة يتنفس الاوكسجين .

يوجد منذ بعض الوقت مؤشرات ملموسة على أن طريق التطور المحتمل ، الذي شرحته في الصفحات الأخيرة ، ليس مجرد «حكاية لصيغ» . تقدم البحوث الجارية في السنين الأخيرة باستمرار أدلة جيدة على أن الأحداث قد جرت آنذاك بهذا الشكل تقريباً . أحد هذه الدلائل المثيرة للاهتمام هي الطريقة التي يتعامل فيها حيوان البورزاري (حيوان صغير يشبه الخدأ المنزلي طوله ٣٠ سم يعيش في الماء الأسمن وهو نوع من أنواع الأشنيات الزرقاء - الخضراء) مع أشنية كلوريل .

يحتوي حيوان البورزاري على جميع العضيات التي تتألف منها الخلية الحليدية المتطورة . لكنه لا يحتوي على الجسسيات الخضر . لذلك فهو يعتمد في غذائه على وجود الجزئيات العضوية . وهو نفسه لا يستطيع تركيب هذه الجزئيات من المواد اللاعضوية . فهو إذن ، اذا انطلقنا من التقسيم الثنائي للطبيعة الحية إلى مملكتين نباتية وحيوانية ، حيوان . لكن مراقبته الدقيقة أشارت إلى أن هذا التصنيف يقف على قوائم مهزوزة .

لقد تعلم هذا الحيوان الغريب أن يتلغ عدداً محدداً تماماً من أشنيات كلوريل تساعد على تأمين غذائه . أما عدد الأشنيات التي يتلغها (غالباً ٣٠ إلى ٤٠) يتفاوت من نوع إلى نوع وهو محدد وراثياً . نستطيع بواسطة تجارب مختلفة أن نتأكد أن الأمر لا يتعلق هنا بجسسيات خضر وإنما بأشنيات خضراء مستقلة .

تمكن العلماء تحت المجهر من استخراج الاجزاء الخضراء الدقيقة من داخل هذا الحيوان بحذر وعزها لوحدها دون إلحاق أي ضرر بأي من الطرفين . إذا ما قمنا بمثل هذه العملية لدى خلية نباتية حالية فلن يتمكن أي من الطرفين العيش منفرداً . ولكن انظر هنا : يتابع حيوان البورزاري نموه العادي وكان شيئاً لم يحصل كما أن الأجسام الخضراء المستخرجة من جسده تنمو وتتغذى وتتكاثر . لقد تبين أن هذه الأجسام الخضراء هي أشنيات كلوريل (وهي خلايا مستقلة بدائية لا تحتوي على نواة) وليس عضيات خلوية لا مستقلة .

يمكن الاكتشاف الثاني ، الغني بالنتائج المفيدة ، في أن حيوان البورزاري الذي سُحبت منه أشنياته

يتابع نموه وتكاثره الانشطاري طالما توفرت في محيطه أغذية عضوية . إذا لم يوفر له الباحثون الامدادات اللازمة فيموت جوعاً . إن هذا بعد ذاته لا يتضمن شيئاً متميزاً . لكن النتيجة تتغير فوراً عندما نضيف إلى المحلول الذي يسبح فيه أشنيات خضراء - زرقاء من الطراز الذي تخصص به هذا الحيوان . لدى أول احتكاك يقوم حيوان البورزاري فوراً بابتلاع واحدة من هذه الأشنيات . ومهما كان جائعاً الآن فإنه لا يعض تلك الأشنة التي ابتلعها . بل على العكس تبدأ هذه الأشنة بالنمو ثم بعد وقت قصير بالتكاثر بطريقة الانقسام .

أما النقطة التالية والأخيرة فهي الأكثر غرابة وإنهالاً . إن الأمر يبدو تقريباً هكذا وكان هذا الحيوان يستطيع العدّ : تتابع أشنة كلوريلا المبتلعة انقسامها في جوف حيوان البورزاري حتى يصل عدد أفرادها بالضبط إلى العدد الذي تخصص به هذا النوع من أنواع هذا الحيوان ، أي حتى يصبح لديه عدد محدد من «العبيد» يطابق حاجته بالضبط . بعد ذلك تتوقف عملية التكاثر . لذلك يتوجب علينا أن نفترض أنه يوجد لدى هذا الحيوان تعليقات (تؤمنها على الأرجح هنا أيضاً انزعجت متخصصة) تنظم تكاثر الأشنيات في جوفه تبعاً لحاجته .

لم نعد الآن بحاجة إلى القول ان حيوان البورزاري الذي يحتوي العدد «المحدد مسبقاً» من أشنيات كلوريلا سيحتاج أزماً فقدان الغذاء بدون أية مصاعب . إذ أن المهارة في تنفيذ عملية التركيب الضوئي الموجودة لدى «أسراه» تؤمن تركيب المواد الأساسية اللازمة لحياته . هناك ملاحظة أخيرة مهمة وهي أن حيوان البورزاري عندما يصادف أشنيات كلوريلا ، بعد أن يكون قد امتلك منها العدد المطلوب ، يقوم بابتلاعها أيضاً ولكنه يعض فوراً هذه الكمية الجديدة دون أي تردد . يجب أن يكون إذن قد عُلِمَ «ضيوفه الدائمين» كيميائياً بعلامة ما بحيث يستطيع التمييز بينها وبين الفرائس العادية المائلة .

اكتشف البيولوجيون بهذا المثال نموذجاً يبين لنا اليوم بوضوح كيف حصلت خطوة التطور التي أدت إلى الانتقال من الخلية البدئية البدائية العديمة النواة إلى الخلية الأعلى المحتوية على العضيات . إن الفرق الحاسم بين هذا الطريق من متابعة التطور والطريق الذي بحث عنه العلماء عيناً زمنياً طويلاً هو : أن الخلايا العالية التنظيم ليست ، كما كان يعتقد ، الخلف المباشر للتطور للخلايا البدائية العديمة النواة وإنما هي محصلة الاتحاد التعاوني بين خلايا بدائية مختلفة لكل منها كفاءات وقدرات اختصاصية مختلفة .

أصبح من السهل أن ندرك الآن ، بصورة لاحقة ، ان قطع هذا الطريق أبسط وأسهل من محاولة اكتساب الوظائف والقدرات المختلفة واحدة تلو الأخرى من قبل نفس النوع من الخلايا عبر تتابع الأجيال . إن هذه الطريقة التي استخدمتها الطبيعة تذكرنا قليلاً بالطريقة المتقدمة المتبعة في بناء المساكن بواسطة القطع المسبقة الصنع . تقوم الخلايا التي تكمل وظائفها بعضها البعض بالاتحاد مع بعضها ثم تبدأ العمل على أساس تعاوني مشترك . بهذه الطريقة أصبح بإمكان الخلية البدائية أن تحصل على قدرات معينة دفعة واحدة بأن تضم إلى نفسها أخواتها من الخلايا المتخصصة كقطع جاهزة مسبقاً («مبسقة الصنع») دون أن تضطر إلى أن تأخذ على عاتقها عملية التدريب الطويلة والشاقة (وغير المضمونة) على

جميع هذه الوظائف (أو أن تتخلل عنها) . سوف نرى لاحقاً أن تاريخ النشوء الذي وصفناه لا ينطبق على الجسيمات الخضر وحسب وإنما أيضاً على العضيات الخلوية الأخرى .

هناك اكتشاف آخر يجعل الفرضية القائلة بأن التطور قد جرى على هذا الشكل شبه مؤكدة . لقد وجد العلماء في الستين الأخيرة لدى الجسيمات الخضر للخللايا العليا (وأيضاً لدى الجسيمات الكوندرية) حصاً نووياً من نوع د ن س يختلف عن الحمض النووي د ن س الموجود لدى الخلية الأم ، أي الخلية التي تنسب إليها العضية المعنية . يمثل هذا الاكتشاف ، حسب رأي معظم العلماء ، البرهان القاطع على أن ، على الأقل ، هاتين العضيتين كانتا في الأصل خلايا مستقلة حرة ، لأنها فقط في حالة كونها هكذا في الأصل ، وليس مجرد قطع بناء أي أجزاء من كل ، يمكن فهم السبب الذي يجعلها يحملان غطط بناء خاصاً بهما منحرفاً عن الخلية الأم التي تحتويها .

من المناسب أن نشير عند هذه النقطة إلى أن الادعاء بأن عضيات الخلية تعيش تحت نير «العبودية» يمثل عرضاً للقضية بطريقة مأساوية مبالغاً فيها . تبين لنا بصورة غير مباشرة التجارب التي أجريت على حيوان البورزاريما كم هي أحادية الجانب هذه الطريقة في التقييم . يعتبر هذا الحيوان الوحيد الخلية حالة نموذجية محبوبة من البيولوجيين لأن كلاً من المنصرين اللذين يتكون منها - أي جسمه ذاته ثم الجسيمات الخضر القيمة في جوفه - يستطيع العيش لوحده مستقلاً عن الآخر . هذا وحده يكفي للبرهان على أن هذه الجسيمات الخضر هي في الأصل أشنيات مستقلة . لقد اضطر العلماء إلى البحث طويلاً عن هذا البرهان لأن إمكانية مثل هذا الانفصال تمثل حالة شاذة .

في جميع الحالات المدروسة الأخرى - ولقد كرر العلماء محاولاتهم منذ أيام ميرشكوفسكي مراراً ومراراً - كانت دائماً بعد الفصل لا تموت الخلية الأم وحسب وإنما أيضاً العضية المعزولة خلال وقت قصير . لقد سبق وذكرنا أن العلماء لا يستطيعون المحافظة ، لأغراض البحث ، على حياة الجسيمات الخضر والجسيمات الريبية والجسيمات الكوندرية في منظومة الخلية الحرة إلا لفترة عابرة .

لم تعد حقاً أية عضية من عضيات الخلية الحالية قادرة على العيش حياة مستقلة فعلاً ، أي أن تغذى وتتكاثر بمقدراتها الذاتية . لكن هذا يتيح الاستنتاج أن العضية قد تعلمت بدورها منذ زمن طويل أن تستفيد من الوضع الجديد . لقد تحلت كالتطفل عن عدد من الوظائف المهمة للحياة . لذلك هي فيما يتعلق بهذه الوظائف تتطفل على «مضيفها» . لا نستطيع اليوم أن نحدد بعد بالتفصيل الوظائف التي تتعلق بها الأمر هنا . لكن أن يكون الأمر كذلك فعلاً ، هذا ما ينتج بالضرورة عن حقيقة أن ما من عضية من العضيات تستطيع العيش مستقلة .

غير أن تعبير «التطفل» المستخدم هنا هو أيضاً أحادي ومنحاز ، بل هو تقييم جائر يظلم العضيات هذه المرة . إذ أن العضية تستخدم مالكةا أيضاً بنشاطاتها في مجال التركيب الضوئي . يطلق البيولوجيون على هذا الشكل من التعاون تسمية «الزيمبوز» أي «العيش المشترك» . بناء على ذلك تكون الخلايا «المتطورة» - هذا هو الرأي الذي بدأ يعم اليوم على ضوء المعارف الجديدة المعروضة هنا - عبارة عن محصلة لاتحاد مصلحي دائم بين خلايا بدئية عديدة النواة مختلفة الاختصاصات .

لكي أبرهن أن ما قلته لا ينطبق على الجسيمات الخضر وحدها يتوجب علي الآن أن أذكر باختصار ما يعتقد العلماء أنهم يعرفونه حول نشوء العضيات الخلوية الأخرى .
نستطيع لهذا الغرض أن ننتقل من الوضع التاريخي الملموس الذي نعتقد أنه كان قائماً في المحيطات الأولى في تلك الحقبة .

لقد قطعنا وصفنا للوضع القائم آنذاك عند اللحظة التي تم فيها تجاوز الأزمة الغذائية الشاملة الأولى نتيجة لظهور الخلايا الأولى المحتوية على جسيمات خضر . وبينما ان تكاثرها السريع أتاح إمكانات حياتية جديدة لنوع آخر من الخلايا هي تلك التي لم تكن تحتوي على جسيمات خضر والتي تحولت في الوقت المناسب إلى التغذية بطريقة الافتراس .

لكن الغذاء الجديد الذي تأمن لها الآن جلب معه مشاكل جديدة أيضاً . لم يكن هذا الغذاء قابلاً للابتلاع في كل الأحوال ببساطة ويسلية كما كان الأمر لدى الجزيئات الكبيرة اللاحية الناشئة لا عضوياً والتي كانت تشكل حتى الآن المتوفر من الغذاء . كان يوجد بالتأكيد كثير من وحيدات الخلايا النباتية التي تستطيع التحرك والانتقال بسرعة : الأشنيات بشعيراتها الدقيقة والبكتيريا الهدبية والبكتيريا الحلزونية وغيرها ، جميعها تندفع نحو الأمام بتحريك جسمها دورانياً أو التوائياً أو ماشابه .

مرة أخرى تغير المحيط - من المهم الانتباه إلى هذه الظاهرة ! - وقد طرأ تغيره الحاسم هذه المرة على خصائص الغذاء الضروري للحياة . لقد أصبح هذا الغذاء متحركاً . ولكي يتمكن الصياد من القبض على فريسته المتحركة يجب ان يكون هو نفسه متحركاً . بذلك كان تغير المحيط يعني تحدياً جديداً لا يرحم وهو إما أن يطور الصياد صفة جديدة ، أي أن يكتسب مهارة لم يكن يعرفها من قبل ، أو أن ينقرض .

ماذا تستفيد أكبر خلية من تفوقها إذا كانت فريستها تستطيع الابتعاد عنها ببساطة لا حيلة لها بها ؟
مرة أخرى في هذه المرحلة مات عدد لا يحصى من الخلايا لأن مؤهلاتها لم تعد تتناسب مع هذه الخصائص الجديدة للغذاء الجديد ، أي لأنها لم تتمكن من «التكيف» مع تغيرات الوسط المحيط . لكن في هذه المرة أيضاً وجد عدد - على الأرجح عدد متواضع جداً - من الخلايا التي تمكنت من التحول في الوقت المناسب . لقد أمنت لنفسها أداة مكنتها من التحرك بسرعة وبالتالي من مطاردة فريستها الهاربة بنجاح : إنها الهدبيات الحركية .

هذه العضية أيضاً لم تحصل عليها الخلية ، التي تملكها اليوم ، شيئاً فشيئاً عبر التطور البطيء والمسير وإنما أخذتها كـ «وحدة جاهزة» وفقاً لبدأ التعاون المتبادل . كان الشريك الذي قدم الخدمة اللازمة للجماعة في هذه الحالة هو الـ «سبيروشيت» . هكذا يسمى البيولوجيون هذه البكتيريا الدقيقة العدسية النواة التي تشبه مفتاح زجاجات النبيذ وتحرك بطريقة دائرية متلوية . («سبير» تعني في اللغة اللاتينية «حلزون» و«شيت» تعني «الشعر الطويل» لذلك سنسمي هذا الكائن «الحلزبة الشعرية» - المترجم) .

في هذه الحالة أيضاً استفاد كلا الفريقين من عملية التعاون : الخلية الجامعة التي علفت على سطحها الخارجي حلزبة شعرية لأول مرة وجدت نفسها فجأة تتحرك بسرعة كافية لمنحها فرصاً أكبر في

معركة البحث عن الغذاء . أما الخلزية الصغيرة فقد أصبحت الآن تتغذى على قطع كبيرة من الخلايا التي كانت قبلئذ لا تحلم في الحصول عليها ، لا تستطيع ابتلاعها . لقد وجد العلماء لهذه الحالة أيضاً من اكتساب الجهاز الحركي أشكالاً انتقالية لدى وحيدات خلية لم تزال تعيش حتى اليوم . تؤيد صحة هذه الطريقة في النشوء التطايفات المكتشفة بالمجاهر الالكترونية بين بنية الاهداب الحركية (العضية التابعة للخلية الحالية) وبنية الخلزية الشعرية التي لم تزال تعيش حتى اليوم ككائن مستقل .

سنقدم مثلاً آخر على مبدأ الاتحاد التماثلي على مستوى الخلية . يتعلق هذا المثال بالجسيمات الكوندرية وقد يكون من بعض النواحي (في كل الأحوال من وجهة نظرنا كيش) أهم مثال على الإطلاق . لتذكر : الجسيمات الكوندرية هي العضيات التي تسمى أيضاً «عطاط الطاقة الخلوية» لأن عمليات التنفس التي تولد الطاقة تحصل فيها . غير أن التنفس يعني «الاحتراق» أو بتعبير أدق كيميائياً : تفكيك جزيئات أكبر (قبل كل شيء جزيئات سكر العنب) إلى مكونات اصغر (ماء وغاز فحم) للحصول على طاقة الربط التي تصبح حرة ؛ كل هذا يحصل بمساعدة الأوكسجين .

ولكن ماذا تفعل الآن الجسيمات الكوندرية - التي تستطيع تحرير الطاقة باستخدام الأوكسجين - في الغلاف الجوي البدئي الذي لم يكن يحتوي ، كما سبق وأوضحنا تفصيلاً ، على الأوكسجين الحر على الإطلاق ؟ بل نقول في الغلاف الجوي الذي لم يكن يجوز أن يحتوي على الأوكسجين الحر بتاتا لأن قدرته على الأكسدة كانت ستحول دون نشوء الجزيئات الكبيرة والمركبات البيولوجية المتضاعفة التي دفعت التطور إلى النقطة التي وصلنا إليها الآن ؟

عندما نضع أمامنا هذا السؤال يخطر ببائنا ان الجسيمات الكوندرية بدورها هي الجواب على تغير شروط المحيط ، أي انها رد تكيفي على التحدي الجديد الذي واجه الحياة الناشئة لتوها . كانت أزمة توجب إيجاد الرد الصحيح عليها لأن البديل الوحيد كان الموت المؤكد . كل ما نستطيع قوله اليوم حول نشوء الجسيمات الكوندرية يؤيد صحة هذا الاعتقاد . تبدو لنا الأمور اليوم هكذا وكان الجسميات الكوندرية مثلت الرد على خطر قاتل هدد جميع الحياة الأرضية كانت سببه عضيات أخرى تحدت عنها لتونا هي الجسميات الخضر .

يتوجب علينا عند هذه النقطة لغرض الايضاح أن نتفرع قليلاً في الموضوع مرة أخرى . علينا على الأقل ان نعالج باختصار السؤال حول المصدر الذي كانت الخلايا الموجودة تحت الغلاف الجوي البدئي الحالي من الأوكسجين ، تستمد منه الطاقة اللازمة لحياتها . الجواب على هذا السؤال سهل نسبياً لأنه لم يزل يوجد حتى اليوم أحفاد لتلك الخلايا الأنثروبوية التي كانت تعيش بدون أوكسجين (أنثروب : كلمة يونانية لاثينية مركبة معناها «حياة بدون هواء») . نستطيع إذن دراسة تمثلا العضوي بكل جزيئاته على الواقع . النتيجة : تحصل الأنثروبويات على الطاقة التي تحتاجها ليس عن طريق التنفس وإنما (بغض النظر عن بعض الاستثناءات القليلة) عن طريق عملية تفكك تسمى «التخمير» .

الجزئية النموذجية التي تحتوي على طاقة ربط كبيرة نسبياً وفي نفس الوقت تفكك بسهولة هي جزيئة سكر العنب أو الغلوكوز . لذلك فإن سكر العنب هو واحد من أهم المواد الغذائية وأكثرها

انتشاراً . حتى الكائنات الحية الحالية التي تنفس الأوكسجين تقطع المرحلة الأولى من تفكيك سكر العنب بطريقة أنيرويدية (لا هوائية) ثم تنتقل بعد ذلك إلى الحرق بواسطة الأوكسجين .
تقدم جميع الخلايا الحية بتفكيك الغلوكوز (وجميع الجزيئات الأخرى المستخدمة للتغذية) على أقساطه ، أي على مراحل جزئية كثيرة متتالية . تبدو هذه الطريقة للوهلة الأولى مطوّلة ومعقدة بلا لزوم . لكن علينا أن نعلم أن تفكيك جزيئة غلوكوز دفعة واحدة إلى مكوناتها النهائية ، الماء وغاز الفحم ، سيحرر كمية من الطاقة الحرارية لن نستطيع تحملها أية خلية حية . لذلك تقوم الخلايا بعملها ببطء وهدوء . تقوم كل خلية من الخلايا التي تتكون منها بتفكيك «مادة الطاقة» الغلوكوز خلال ما لا يقل عن ٢٤ خطوة جزئية متتالية . تتم كل خطوة منها بواسطة إنزيم خاص بها بالطريقة التي تعرفنا عليها سابقاً . توفر هذه الطريقة للخلية إمكانية السيطرة على سرعة الهدم وبالتالي على تحرير الطاقة الكيميائية التي تحتويها الجزيئة المهلدة لكي تحول دون أن يؤدي تفكك الغلوكوز إلى نوع من «الانفجارات السلسلية» .

تتم الخطوات العشر الأولى ، حتى لدى خلايا المتعضيات التي تنفس الأوكسجين ، أنيروبياً أي بدون استخدام الأوكسجين . بذلك يتم تفكيك الغلوكوز إلى ناتج وسيط يسمى حمض العنب المحروق (يشبه حمض الخل) . بدون مساعدة الأوكسجين تتوقف عملية التفكك عند هذه النقطة حيث إن متابعة الهدم وبالتالي تحرير الطاقة الكيميائية المتبقية في حمض العنب لا يمكن أن تحصل إلا بوجود الأوكسجين . تتطابق هذه المرحلة الجزئية الأولى اللاهوائية من التنفس مع العملية التي تسمى في الكيمياء العضوية «التخمير» .

هذه ظاهرة عل درجة كبيرة من الأهمية . يكمل هذه الظاهرة الاكتشاف أن القسط الأول من تفكك سكر العنب لا يتم في الجسيمات الكوندرية وإنما في مناطق الهيولى الخلوية («القديمة») الحالية المتعضيات . وأخيراً فإن هذا التفكك الجزئي الحاصل وفقاً لمبدأ التخمر يميز عن الهواء يتطابق مع عملية التمثيل العضوي التي تستمد منها غالبية الكائنات الأنثروبوية التي لم تزال تعيش حتى اليوم الطاقة التي تحتاجها . إن هذا هو كل ما نستطيع فعله . إنها تستطيع الوصول فقط إلى حمض العنب المحروق (أو إلى مواد مقاربة) . لاستطيع استغلال مادة سكر العنب إلى أبعد من ذلك ، لأن هذا غير ممكن بدون الأوكسجين .

تبرر كل هذه الاكتشافات الاستنتاج أن عملية التمثيل العضوي المسماة وتخمير هي الشكل الأقدم والأولي لتفكك الغلوكوز . بمساعدته تغذت الخلايا البدئية الأولى التي تكيفت مع الغلاف الجوي الحالي من الأوكسجين، أما أن يكون استغلال الغذاء غير كامل بسبب عملية التفكك الناقصة (غير المكتملة) فلم يكن يلعب أي دور طالما توفر هذا الغذاء بكميات كافية وطالما كانت وظائف الخلايا لا تستهلك كثيراً من الطاقة .

غير أن الظروف تغيرت مرة أخرى . «إن العالم الذي هو متناه ومتغير باستمرار لا يمكن أن يحتوي ما هو لامتناه وأبدي» (ص ٣٤) . إذا كان لا يوجد توازن في المجال الكوني الذي يخضع لتأثيرات قوى

فيزيائية «فقط» وكيف نستطيع افتراض وجوده على سطح الأرض ضمن الشروط التي أصبحت الآن معقدة لدرجة كبيرة تفوق التصور ؟

لقد حصل الاختلال هذه المرة بسبب نشاط الجسيمات الحضر . لقد سبق وأوضحنا كيف انقلد ظهورها خلايا الحبة البدئية من الموت المؤكد بسبب فقدان الغذاء وذكرت أنها لم تزل حتى اليوم تؤدي هذه الوظيفة اللابديل لها التي تؤمن الامدادات الغذائية بلا انقطاع . لكن عملية التركيب الضوئي لا تنتج طاقة وحسب وإنما في نفس الوقت أيضاً ، كأي عملية تمثل عضوي أخرى ، نواتج هدم أي «نفايات» .

لم تنشأ عن ذلك في البداية أية مشكلة . لم تخلف المراحل الأولى من توليد الطاقة الكيميائية الضوئية ، التي كانت لم تزل بدائية وبالتالي أقل فعالية من عملية التركيب الضوئي المتطورة في الاحقاب اللاحقة ، نفايات يمكن ان تغير المحيط تغيراً هاماً . لكن خلال عدة مئات من ملايين السنين التالية ظهرت شيئاً فشيئاً طرازات جديدة من الجسيمات الحضر تعمل بفعالية أكبر . أما الخطوة المتقدمة الأخيرة ، التي تحققت أخيراً بعد مرور زمن طويل جداً بالتاكيد من التطور ، كانت تكمن في أن الجسيمات الحضر احتاجت إلى الهيدروجين الضروري لعملية التركيب الضوئي فانتجته هي نفسها بتفكيك جزيئة الماء إلى عناصرها الأساسية : الهيدروجين والأكسجين .

يبدو أن هذا الشكل الحديث للتركيب الضوئي المتحقق بهذه الطريقة قد أدى إلى إمكانية استغلال هذا النوع من توليد الطاقة بصورة مثل بحيث لم يطرأ عليه ، حسب معارفنا الحالية ، مننذ أي تحسين ، أو أي تحسين جوهري على أي حال . يؤيد نجاح هذه الطريقة في الحصول على الطاقة النجاح الذي نستطيع قراءته على راسب قديم جداً وفرته للخلايا هذه الخطوة الأخيرة . أدى اختراع التركيب الضوئي بشكله النهائي إلى تكاثر هائل للأشنيات الحضرية - الزرقاء لم تزل تؤيد كبر كميتها حتى اليوم ضخامة الرواسب الناتجة عن بقايا هذه الأشنيات . غير أن العملية الخاصة التي أدت إلى هذا النجاح خلفت كنتائج جانبية (كفأية غير مرغوبة) الأكسجين . لقد قامت ، كما قلنا ، الأشنيات الحضرية - الزرقاء والجسيمات الحضر المتشكلة منها بتفكيك الماء إلى مكوناته الأساسية ، الهيدروجين والأكسجين . أما الهيدروجين فقد احتاجته لعملية التركيب الضوئي . لكن الأكسجين بقي فائضاً . لم يكن له بالنسبة للجسيمات الحضر أي استعمال .

بذلك كان ظهور الجسيمات الحضر الناضجة يعني بداية النهاية بالنسبة للغلاف الجوي البدئي . إذا كانت ، كنتيجة لنجاحها ، قد تكاثرت بكميات هائلة وانتجت الأكسجين الحرفان هذا الغاز ، الذي لم يكن معروفاً حتى ذاك الوقت ، بدأ يتجمع في الغلاف الجوي . ومنذ هذه اللحظة بدأت كمية الأكسجين في الغلاف الجوي الأرضي تتزايد باستمرار ويدون توقف .

كانت النتيجة تهديداً خطيراً شاملاً لجميع أشكال الحياة التي كانت قد نشأت على الأرض حتى الآن . لم تكن توجد متعضية واحدة كانت قد هيأت نفسها لظهور هذا الأكسجين الذي لم يكن حتى ذاك الوقت موجوداً إلا بكميات جد ضئيلة . كانت المشكلة تزداد خطورة لأن الأكسجين راح خلال فترة جد

قصيرة بسبب نشاطه الكيميائي الكبير يهاجم جميع المواد العضوية بلا استثناء . كان هذا ينطبق أيضاً
بداهة على جميع المتعضيات التي لم تكن قادرة ، بواسطة انزيمات تحييد مثلاً ، على حماية نفسها ضد قوة
الأكسدة لهذا الغاز الجديد الذي أصبح يشكل جزءاً من الغلاف الجوي الأرضي .
عندما ظهر الأوكسجين لأول مرة على الأرض كان ، بكلمات أخرى ، غازاً خطيراً مهدد حياة جميع
أنواع الكائنات الحية الأرضية .

** ** **

١٣. التكيف بالصدفة ؟

بعد أزمات غذائية متكررة كانت الكارثة الكبرى تقف الآن على الأبواب . مهما كانت معلوماتنا عن هذه الحقبة المفرقة في القدم ناقصة فإن جميع العلماء يتفقون اليوم على أن جميع أشكال الحياة ، التي كانت قد تشكلت آنذاك ، يجب أن تكون قد راحت ضحية هذه الكارثة الشاملة التي عمت العالم الأرضي بكامله . لقد ماتت متسممه بالأكسجين . عدد قليل منها فقط تمكن من تجاوز المحنة وأتخذ بذلك الخبرات الثمينة ، التي كانت الحياة قد راكمتها حتى ذلك الوقت ، عابراً بها الطريق إلى الحقبة التالية . لقد كان الوضع وكأن روحاً شريرة قد غمرت كوكبنا بنهايات لا أطراف لها من الغاز القاتل .

لكن السبب لم يأت ، هذه المرة أيضاً ، من الخارج . لقد سببتها ، كما كان الأمر لدى جميع الأزمات السابقة ، الحياة نفسها . إن الأرض ليست «مسرحة» ، أي أن المحيط ليس مجرد ساحة تدور فيها معرك الحياة . بل إن ظهور الحياة غير الأرض تغييراً أساسياً . وهذا التغيير أثر بدوره على الحياة وساهم في صياغة خط التطور الذي سلكته .

لقد بدأ الحوار بين الحياة والمحيط الأرضي الذي نشأت فيه بأن كان المحيط ، كما نتذكر ، هو الذي أنتج الحياة . أي أن المحيط الذي يبدو في نظر مغلب الناس سلباً كان في الواقع الشريك الإيجابي الفعال الذي وضع أصلاً عملية الحوار على طريق التحرك . كان أيضاً للغلاف الجوي الحالي من الأكسجين ، بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وأنواع أخرى من الطاقة ، تأثير على المحيطات الأولى ، التي كانت مياهها في البداية معقمة ، أدى شيئاً فشيئاً إلى تشكل الجزرئات المعقدة ثم الأعدق وأخيراً إلى تشكل المركبات البيولوجية المتضاعفة . لكن تركيز هذه المركبات في المحيطات بدأ يتراجع بلا توقف فور ما تشكلت منها الخلايا الحية الأولى لأنها أصبحت الآن تشكل غذاء لهذه الخلايا ولذلك كانت الكميات المستهلكة منها أكبر من الكميات المتشكلة من جديد .

كانت نتيجة هذا التأثير الذي مارسته الحياة على المحيط فور ظهورها هي الأزمة الغذائية الأولى التي ذكرناها . تم تجاوز هذه الأزمة بأن أدت تأثيرات المحيط المفتقر إلى الغذاء بدورها إلى ظهور طراز جديد من الخلايا وإلى تكاثرها السريع . كان هذا الطراز هو «أكلات الضوء» ، أي الخلايا المحتوية على البورفيرين ، التي تمكنت من العيش حتى في المحيط المفتقر إلى المواد الغذائية العضوية بأن ركبت هي نفسها بمساعدة ضوء الشمس الروابط العضوية اللازمة . في هذا الوسط الغني بهذا النوع من الخلايا توفرت بعدئذ أيضاً فرص البقاء لبعض الأنواع الأخرى من الخلايا التي كانت تعتمد في غذائها حتى ذاك الوقت على المواد العضوية . كان عليها فقط ان تتحول في غذائها إلى الخلايا الحية الأخرى . هكذا بدا وكأن التوازن قد تحقق في النهاية على أحسن ما يرام . لكن المظهر كان خادعاً . إذ أن الخلايا التي كانت تقوم بعملية التركيب الضوئي والتي أنقذت الموقف في الأزمة الأولى هيأت مرة أخرى بسبب نشاطها الجديد التغير الخطير الثاني للمحيط : لقد غيرت الغلاف الجوي الذي كان يبدو حتى هذه اللحظة من التطور مستقراً لدرجة مطمئنة . لأول مرة منذ نشوء الأرض بدأ الأوكسجين يتجمع شيئاً فشيئاً في غلافها الجوي .

تكفي كلمات مختصرة لوصف الطريقة التي تم بواسطتها تجاوز الخطر هذه المرة . كان رد الحياة على هذا الخطر الجديد ، الذي بدا بلا أي مخرج ، مشابهاً في خطوطه العريضة إلى حد كبير لما حصل في الحالات السابقة . ظهر مرة أخرى طراز جديد من الخلايا . كان هذا الطراز هذه المرة هو البكتيريا التي تمكنت بواسطة انزيمات لم تكن معروفة من حماية نفسها من الغاز الجوي الجديد ، الأوكسجين . مرة أخرى لم تتوقف الأمور عند هذا الحد ، إذ أن الحياة ، كما حصل في المرات السابقة ، لم تكف هذه المرة بدرة الخطر وحسب . يبدو أن تغير المحيط لا يجلب معه ، في كل مرة ، الخطر وحسب وإنما يمثل نوعاً من التحدي الذي يشحذ خيال التطور . مبكراً أو متأخراً سوف تكتشف البكتيريا الجديدة المنبعة تجاه خطر الأوكسجين ، والتي تكاثرت بسرعة على حساب الخلايا «الرجعية» الأقل حظاً ، الإمكانية بأن تستغل النشاط الكيميائي الكبير للأوكسجين ، الذي كان ذره خطره يمثل الهدف الملح الأول ، بما يخدم مصالحها .

مرة ثانية تمكن بالتأكيد عدد قليل فقط ، ربما بضع عشرات ، بل ربما واحدة فقط ، من بين البكتيريا الكثيرة برقم فضائي ، من كشف سر اللوحة الغامضة . كانت بكتريا واحدة تكفي . كانت قدرتها على استغلال الأوكسجين لسد حاجتها من الطاقة في عملية تمثيلها العضوي يجب أن تحقق لها تفوقاً هائلاً على جميع منافساتها وأن توفر لحلفها ، الذي يرث ويورث هذه الموهبة ، فرص بقاء أكبر بكثير بدرجة لا تقبل المقارنة . غير أن هذا لم يكن يعني سوى أن هذا الطراز الجديد المتقدم من الخلايا ، كأول «متنفس للأوكسجين» في تاريخ الأرض ، قد تمكن خلال عدد قليل من مئات آلاف السنين من السيطرة على مسرح الأحداث بكامله .

إن تفوق هذه البكتيريا الأولى «المتنفسة» يقوم في نهاية المطاف فقط على قدرته على استغلال مصدر للطاقة كان يبدو حتى ذاك الوقت مستحيلاً . كان الاكتشاف الذي حققته الخلايا البورفيرينية يتعلق

بالاستفادة من الشمس كمصدر للطاقة . لذلك يعتبر الاكتشاف الذي حققته البكتيريا الأولى المتنفسة بالمقارنة متواضعاً . تكمن أهمية هذا الاكتشاف في «المعرفة» بأن حمض اللب، الناتج النهائي أو النفايات التي تحملها الخلايا التي تعيش على عملية التخمر ، لم يزل يجتري على كمية غير مستغلة من الطاقة ستوضع حصراً تحت تصرف من يتعلم التعامل مع الأوكسجين .

إن «التنفس» لا يعني أي شيء آخر سوى متابعة ، بمساعدة الأوكسجين ، تفكيك هذه النفاية وغيرها من النفايات الأخرى الناتجة عن التفكك بواسطة التخمر ، ولكن هذه المرة بصورة نهائية وبدون أية بقايا أي حتى الوصول إلى المكونات الأولية للاخير فيها ، الماء وغاز الفحم . إن من يستطيع التنفس تصبح هذه الطريقة في توليد الطاقة المتفوقة كثيراً على طريقة التخمر (لأنها تكمل عملية الهدم التي لم ينجزها التخمر) في تناول يده . هل سيكون هناك ما يبعث على العجب إذا ما أصبحت متفكسات الأوكسجين من الآن وصاعداً في الطبيعة ؟ إن من يعرف هذه العلاقات سيكون بديهاً بالنسبة له أن (بغض النظر عن الحالات الشاذة النادرة ، أي عن عدد ضئيل من أنواع البكتيريا الأنثوية التي لم تزل موجودة حتى اليوم) جميع الحيوانات الموجودة اليوم ، سواء أكانت وحيد خلية متبدلاً أو قفلاً أو يرغشة أو إنساناً ، «تتنفس» .

الشيء الوحيد الذي قد يدعونا إلى العجب هو كيف كان ممكناً أن نجحت جميع أشكال الحياة في اكتساب القدرة على توليد هذا الشكل الكيميائي المعقد للطاقة بواسطة تنفس الأوكسجين . لكن الجواب هو بالطبع مرة أخرى مشابه للأجوبة السابقة وهو أنه يكفي اكتشاف التنفس مراراً قليلة فقط ، بل ربما مرة واحدة وحيدة . عندئذ كانت الخلية التي نجحت في ذلك ستعطي هذه الموهبة لخلفها عن طريق الانقسام المتتالي وهذا الخلف سينقلها إلى الخلايا الأكبر عن طريق العيش المشترك - أي الاتحاد التعاوني المصلحي ، الذي سبق وشرحنه .

في هذه الحالة أيضاً استفاد المضيف . لقد حصل على حصه من الطاقة التي تحررها البكتيريا المتنفسة . غير أن البكتيريا استفادت أيضاً قبل كل شيء من الحماية التي وفرتها لها الخلية المضيئة الأكبر . هذا هو ، حسب جميع معارفنا الحالية ، تاريخ نشوء «الجسيمات الكوندرية» ، تلك العضيات التي لم تزل عملية التنفس داخل الخلية تحصل فيها حتى يومنا هذا .

تمثل الجسيمات الكوندرية محطات الطاقة في الخلية لأن تفكيك جزيئات الغذاء إلى حدودها القصوى بمساعدة الأوكسجين لم يزل يحصل حتى اليوم حصراً فيها . أما جسد الخلية ، الهولي ، فلم يزل حتى اليوم في الخلية الحالية يقوم بتخمير الغذاء فقط ، أي بتفكيكه بصورة غير كاملة إلى النواتج الوسيطة التي ذكرناها . لن يقدم لنا كل ما تنفسه من الهواء أدنى فائدة لو لم يكن يوجد في كل خلية منفردة من الخلايا اللا حصر لها ، التي تتكون منها ، مئات الجسيمات الكوندرية الصغيرة التي هي الوسيلة القادرة على فعل شيء ما بالأوكسجين الذي نستنشق .

كل هذا قابل للثمن ومقبول عقلياً ولو مهما كانت الثغرات في معارفنا الجزئية كبيرة . إن مبدأ نشوء خلية «أعلى» ، مع عضياتها المتخصصة على أعمال محددة تملأ ، عن طريق اتحاد خلايا عديدة النوى مختلفة

الاختصاصات يتبع ، شأنه شأن جميع خطوات التطور الأخرى ، التي حلت كل منها محل الأخرى منذ الانفجار الكوني الأول ، القوانين الطبيعية المعروفة .

لم نقدم حتى الآن تفسيراً مباشراً لكون حموض د ن س ، حاملات مخطط بناء الخلية ، قد تركزت خلال هذه المرحلة من التطور في عضوية خاصة بها وعزلت نفسها في داخل الميولي الخلوية : هذه العضوية هي نواة الخلية . لقد سارا كلاهما في الواقع يداً بيد . بما أن هذا يصبح بلا استثناء وبما أن نواة الخلية هي جزء بارز للظهور ، يمكن التعرف عليه بسهولة بواسطة أي مجهر وبدون أية ملونات أو أية معالجات خاصة أخرى ، يستخدمها البيولوجيون كعلامة للتمييز بين كلا النوعين من الخلايا . يتحدثون عن الخلايا والعدمية النواة عندما يريدون أن يعبروا عن الخلايا البدائية التي لا تحتوي على عضويات ويطلقون على الخلايا الأعلى المحتوية على العضويات باختصار تسمية «الخلايا المحتوية على نواة» أو «الخلايا النووية» . غير أن هذا السؤال الذي لم يلق جواباً بعد يطرح مسألة أخرى تعرضنا إلى تفسيرها مراراً في الصفحات السابقة دون أن نتطرق إلى المشكلة الكامنة فيها . لقد اكتفينا عند إعادة تصميم تاريخ النشوء ، الذي أدى إلى ظهور الخلايا للتنفس الأولى (وكذلك العضيات الأخرى ذات الوظائف المتخصصة) ، اكتفينا ببساطة بالصياغة العامة القائلة ، أنه يكفي أن يتمكن عدد قليل ، أو ربما خلية واحدة من بين الخلايا الكثيرة اللا حصر لها ، من اكتساب المهارة الجديدة في الوقت الذي تصبح الحاجة إليها فجأة على درجة كبيرة من إلحاح .

إن هذا القول صحيح من ناحية أن كل ما يحصل بعد ذلك ليس سوى نتيجة لتكاثر هذه الخلية الوحيدة التي حققت لها مهارتها الجديدة تفوقاً كبيراً . لكن النقطة المحيرة هي طبعاً السؤال حول الكيفية التي توصلت فيها هذه الخلية الواحدة إلى هذه المهارة المدهشة المتكيفة مع المحيط بصورة هادفة . هذه هي مرة أخرى مشكلة من نفس النوع الذي يجب التمسك به ، لسبب أو لآخر ، جميع أولئك الذين يصرون على أن التاريخ ، الذي أحاول هنا سرد خطوطه العريضة ، هو بمعنى معين ليس «من هذا العالم» ، دون أن يقيموا أي اعتبار للحقيقة التي لا ينكرونها وهي أن هذا التاريخ قد حصل فعلاً على سطح الأرض التي نعيش عليها . إذ حتى لو قبلنا أن الأمر قد حصل فعلاً مرة واحدة وحيدة (وهذه المرة تكفي حقاً) يبقى واجباً علينا أن نفسر كيف تمكنت تلك الخلية الواحدة من «التنفس» فجأة تماماً في اللحظة التي أصبح فيها اكتساب هذه الامكانية (الخاصية) ضرورياً وملحاً لتابعة تطور الحياة . حتى لو كان الذي اكتسب هذه الخاصية هو خلية واحدة وحيدة فإننا نقف أمام مشكلة أساسية ذات أهمية حاسمة بالنسبة لجميع التطور البيولوجي : كيف استطاعت هذه الخلية الواحدة التكيف مع خاصية من خواص المحيط ، الذي لم تكن «تعرف» عنه أي شيء عندما نشأت من انقسام خلية أم ؟

ما من خلية على الإطلاق لديها الامكانية لأن «تتعلم» ، بالمعنى الحقيقي للكلمة ، وظيفة بيولوجية جديدة . ليس يمكننا على الإطلاق أن نكتسب خلية وظيفة ، مثل التنفس أو التركيب الضوئي ، لم تكن تعرفها عند «ولادتها» (نشوئها) بل تعلمتها خلال حياتها . إن وظائف كيتلما اللتين ذكرناهما تتطلب تجهيزات جسمية معينة في حالة مثالنا عن التنفس انزعجت محددة ، أي انزعجت جديدة تحرض

العمليات البيوكيميائية ، التي تقوم عليها عملية التنفس أو التي ، بكميات أخرى ، تمكن الحلية من التعامل المهادف مع الأوكسجين .

إن مثل هذه الانزيمات إما أن تكون موجودة أو لا موجودة . إنها جزء من مخطط البناء الموروث وهي تكون غزنة (أو لا غزنة) هناك ، في نواة الحلية ، بمساعدة حموض د ن س . ما من أحد يستطيع وتعلمها . هذا يعني استنتاجاً أنه ، لكي تكون أفكارنا المروضة حتى الآن صحيحة ، يجب أن تكون قبل حوالي ٣ مليارات سنة قد وجدت على الأقل خلية واحدة امتلكت بالصدفة المحضة جميع الانزيمات اللازمة للتعامل مع الأوكسجين ، امتلكتها مسبقاً منذ لحظة نشوئها وبالضبط في اللحظة التي ظهر فيها هذا الأوكسجين في الغلاف الجوي الأرضي .

إنها الصدفة مرة أخرى . الصدفة التي لعبت مراراً وتكراراً على مدار التاريخ أدواراً هامة في أقتعة مختلفة . وهنا تواجهنا هذه الصدفة في هيئتها العارضة الاستغزائية التي لا ترحم . لم تعد المسألة تتعلق هنا بمجرد مقدار احتمال حصول الحدث قبل حصوله . لقد تعلمنا في مناسبات سابقة أن الاحتمال لا معنى له في الحالة التي يكون فيها مجال الحركة (مجال الخيارات) لمتابعة التطور كبيراً جداً ، أو لا محدوداً . يمكن أن يكون الاحتمال لتناثر شظايا قمرية ، سقطت من السطح على الرصيف ، تنثراً معيناً ضئيلاً كما يشاء . لكن سقوط القمر يد وحركة التاريخ لن يوضعا في موضع الشك بواسطة مثل هذه الحسابات الاحتمالية المسطحية . لن يوضعا موضع الشك ، لأن الحال سيان تماماً أن سقطت على الرصيف بهذه الطريقة أو تلك أو توزعت شظاياها بهذا الشكل أو ذاك ، لأن الاحتمال الضئيل المنطوق للحالة الخاصة الموضوعية في الاعتبار يقابله عدد كبير جداً ، يقترب من اللامحدود ، من الامكانات الأخرى لتحقق السقوط . لذلك فإن القمرية ستسقط بطريقة ما بالتأكيد . إن مثل هذا المنطق لم يستطع أن يمنع نشوء الانزيمات والجسيمات البروتينية الأخرى التي لم نعر انتباهها للحقيقة التي لا جدال فيها وهي أن الاحتمال لحصول التشفيرات الخاصة ولاصطفاف الحموض الأمينية بالشكل التي هي عليه ضئيل برقم فلكي . لكنها نشأت رغم ذلك لأنه كان يوجد ، عندما نشأت ، امكانات كثيرة لا محدودة تقريباً لترميز الأجسام البروتينية المختلفة بواسطة حموض د ن س .

هنا ، في النقطة التي وصلنا إليها الآن ، أصبحت الأمور لأول مرة مختلفة . لم تعد هنا امكانات استمرار التطور لا محدودة ، لأن التطور ذاته قد وضع نفسه ، خلال الفترة الممتدة لمليارات السنين ، شيئاً فشيئاً ، ودائماً أكثر وأكثر ، في اتجاه ملموس معين جعل المجال الحر للمتابعة يضيق يوماً بعد يوم . عندما وصل تاريخ الحياة المبكر إلى النقطة ، التي راحت عندها كمية الأوكسجين في الغلاف الجوي الأرضي تتزايد بلا توقف ، لم تعد امكانات المتابعة في أي حال كبيرة بدرجة لا محدودة .

كان العكس تماماً هو الصحيح . لقد طغى الآن على المحيط الذي كانت تعتمد عليه الحياة عنصر وحيد محدد تماماً ، هو الأوكسجين ، بما له من خواص متميزة شرسة . بقدر ما كانت خواص هذا الغازي الجديد متميزة ، توجب على من يريد التكيف مع التغير الطاريء الحاسم لشروط الحياة أن يطور قدراته تطوراً نوعياً مناسباً . غير أنه لا يوجد طرق كيميائية كثيرة للسيطرة على هذا العنصر العدواني ،

الاروسجين . قد لا يوجد ضمن الشروط البيولوجية - لا نستطيع ان نعرف بالتحديد المؤكد - سوى الطريق الوحيدة التي نعرفها ، لأنها هي التي تحققت آنذاك على الأرض .

لقد اصبح ، دفعة واحدة ، احتمال حصول الحدث ، الذي توقف عليه كل شيء الآن ، قبل حصوله شيئاً بمقدار ما نراه عليه اليوم بعد مراعاة الامكانات الأخرى . بتعبير أبسط : لقد كاد التطور أن يقطع آنذاك لو لم تظهر في هذه اللحظة من تاريخ الأرض على الأقل خلية واحدة تمتلك «بالصدفة المحضة» ومنذ لحظة نشوئها بالضبط وبالتحديد الانزيمات النوعية الجديدة ، التي كانت تحتاجها كي تستطيع «التنفس» . ولكي نكون أكثر وضوحاً : يجب ان تكون هذه الخلية قد امتلكت المجموعة اللازمة من الانزيمات منذ لحظة نشوئها أي قبل ان تحتك مع اوكسجين الغلاف الجوي .

هل هناك امكانية على الاطلاق لمثل هذا التطابق الحاصل وبالصدفة المحضة ؟ هذا هو السؤال الاساسي لجميع التطور البيولوجي . حسب الإجابة عليه تفرق الطرق . تعتبر الإجابة بـ «نعم» على هذا السؤال نوعاً من الاعتراف بالإيماني لعالم الطبيعة المعاصر . إذا أردنا التعبير بطريقة عدوانية نستطيع أن نقول أيضاً : لم يبق أمامه أي خيار سوى أن يقول نعم ، لأنه هو الذي حدد هدفه منذ البدء بأن يفسر ظواهر الطبيعة بطريقة عقلانية استناداً إلى قوانين الطبيعة دون أن يلجأ إلى أية مساعدة من تدخل فوق - طبيعي .

هنا عند هذه النقطة حشر نفسه في محاولته هذه ، كما يبدو للوهلة الأولى ، بصورة نهائية في الزاوية . بماذا عليه أن يمتد الآن ، بعد ان حاصره الشروط التي صاغها هو نفسه ، إن لم يطلب النجدة من الصدفة ؟ وإلا كيف نستطيع ان نفسر علمياً - طبيعياً أن نكون ، بفرض متابعة التطور ، قد وجدت الآن دفعة واحدة خلية تستطيع «التنفس» ؟ تماماً وبالضبط في اللحظة التي أصبح فيها هذا التفاعل الكيميائي المعقد ليس مفيداً وحسب وإنما لا غنى عنه إطلاقاً لمتابعة الحياة الأرضية ؟

من المعلوم أن البيولوجي الذي يجايج استناداً إلى قوانين العلوم الطبيعية يستعين في هذا الموقف الحرج بفرضية مزدوجة . إنه ينطلق من أنها تحصل دائماً في الخلايا عند انقسامها «طفرات» ، أي تغيرات طفيفة تطرأ بالصدفة على مخطط البناء المتوارث المخزن في نواة الخلية . وهو مضطر لأن يفترض فوق ذلك أن عدد الخلايا التي تحصل فيها مثل هذه الطفرات كبير بما يكفي لأن يتيح الامكانية لأن توجد بالصدفة المحضة ، بين هذه الطفرات الصدفوية ، أيضاً تلك الطفرة التي يحتاجها التطور ، أي متابعة استمرار الحياة ، في نفس اللحظة المطلوبة .

إن مثل هذا التتابع من الصدف الحادثة يضع مصداقيتها على محك تجربة قاسية . يتوجب علينا إذن ان نعتقد أنه لدى انقسام الخلية وبالتالي الانقسام المتراكم للحموض النووية د ن س (لأن كلا الخليتين أجليديتين يحتاج إلى نسخة من مخطط البناء والوظائف) تحصل بنسبة منخفضة من الحالات بعض «الأخطاء» الطفيفة : بحيث نجد فجأة بعد الانقسام في إحدى الخلايا النبات شيفرة ثلاثية أسسية في موقع خاطيء بأن تكون قد تبادلت مع شيفرة أخرى أو سقطت «سهواً» أو أية حالة أخرى ممكنة . حتى هنا لا توجد مشاكل . لا بل أن العكس سيكون أكثر مبعثاً على العجب وسيكون مناقضاً

لجميع التوقعات لونيحت عملية الانقسام النووي المعقدة ، وبالتالي تضاعف الحموض النووية دن س ، في جميع الحالات بلا استثناء بدون أي خطأ . غير ان ما يجب علينا أن نعتقد به هو أكثر من ذلك بكثير . إن ما يجب علينا الاعتقاد به ، إذا أردنا الوصول بسلام إلى ضفة الأمان بدون «توجيه» فوق-طبيعي لإنهاء السفينة ، هو التالي : دون أي اعتبار لما سيجلبه المستقبل يجب ان يوجد بين مخططات البناء المحورة كنتيجة لأخطاء حصلت بالصدفة ليس فقط نباتات ، أي مخططات غير مناسبة (بما لا شك فيه أن هذه الحالة تمثل العدد الأكبر من الطفرات الحاصلة) ، وإنما أيضاً مخططات «مناسبة» بالصدفة المحضة (ولا كيف !) ، أي مخططات تؤدي إلى حل مشكلة شروط المحيط الجديدة التي لم تؤخذ بعين الاعتبار حتى الآن .

هل سيخف وربما عبه المشكلة بواسطة الفترات الزمنية الهائلة التي حصلت فيها اللعبة ؟ سيكون مناسباً ومفيداً أن نحاول عند هذه النقطة باختصار ان نضع أماناً السرعة التي حصلت فيها تلك الخطوات التي نتحدث عنها . لقد مر منذ الانفجار الكوني الأول حتى اليوم ، حسب الاعتقاد الذي توصلنا إليه في مطلع هذا الكتاب ، حوالي ١٣ مليار سنة . أكثر من نصف هذه المدة ، أي حوالي ٨ مليار سنة ، مضت حتى أدت تحركات الأجيال المختلفة من النجوم إلى تشكل العناصر التي يتكون منها عالمنا اليوم وحتى تشكلت أخيراً مجموعتنا الشمسية بما فيها الأرض .

قبل حوالي ٤,٥ مليار سنة كان تبرد القشرة الأرضية قد وصل إلى درجة تمكنت معها المحيطات والغلاف الجوي الأول من النشوء وبدأت فيها بالتالي العمليات التي سميناها مرحلة التطور الكيميائي . قبل حوالي ٣,٥ مليار سنة نشأت على الأرجح الخلايا العنيدة النواة الأولى . أما تطور الكائنات الحية الأعلى المتعددة الخلايا فقد بدأ بعد ذلك بحوالي ٣ مليار سنة ، أي أنه قد بدأ قبل حوالي ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مليون سنة من الوقت الحاضر .

جميع هذه الأرقام هي بالطبع أرقام عامة لكنها صحيحة على الأرجح بالمخطوط العريضة على الأقل . نحصل من ذلك على استنتاج غير متوقع وهو أن تطور حياة وحيدات الخلية قد استمر فترة يزيد طولها أربع إلى خمس مرات عن الفترة التي احتاجها التطور للوصول من متعددات الخلايا البدائية الأولى في المحيطات الكامبرية إلى البرمائيات إلى ثابتات الحرارة وحتى الإنسان .

لقد حجزت الطبيعة لتطوير عملية انقسام النواة المعقدة ما لا يقل عن مليار سنة . وتطبيق على الأرجح أرقام مماثلة على الانتقال من الخلايا العنيدة النواة إلى الخلايا الأعلى المحتوية على نواة ، وعلى تطوير عملية التركيب الضوئي وعلى اكتساب القدرة على تنفس الأوكسجين . تبعاً لذلك - كنتيجة لظروف الحوار بين الحياة والمحيط التي كانت تعكس بعضها كصور المرآة - فإن الكوارث التي تحدثنا عنها في الصفحات السابقة كانت تجري بسرعة التصوير البطيء .

مليار سنة لإنجاز انقسام النواة . وزمن طويل مماثل لإنجاز عملية التركيب الضوئي بصورة جيدة وكاملة . ثم «نقطه» ٦٠٠ إلى ٧٠٠ مليون سنة لقطع الطريق الطويل من متعددات الخلايا اللاقارية الأولى إلى الإنسان . لا شك أن التضاد بارز الواضح . سيخلفنا هذا التضاد مرة أخرى في الفصول

اللاحقة من هذا الكتاب لأن خلفه تختبئ الحقيقة ذات الأهمية الفائقة بالنسبة للفرضية التي طرحناها في هذا الكتاب . غير أن ما يحثي الآن هو فقط الإشارة الى أن التزايد البطيء لنسبة الأوكسجين في الهواء حتى وصولها الى تركيز ذي أهمية بيولوجية كان عملية احتاجت الى عدة مئات من ملايين السنين .

إن الوقت الذي كان موضوعاً تحت تصرف الحياة كمي تنكيف مع تغيرات الوسط الجديدة كان إذن هائلاً . نستنتج من ذلك أن الفرص التي كانت متوفرة أمام عملية التطور لتركيب الخلية التنفسية الأولى لم تقتصر على العدد الكبير برقم فلكي لخلايا حبة وحيدة من حقبات حياة الأرض وإنما شملت جميع الخلايا التي انقسمت خلال فترة زمنية امتدت مئات ملايين السنين . لذلك فإن عدد الطفرات التي كان من الممكن أن تنتج عنها بالصدفة المحضه الحالة «الصحيحة» أي الحالة الضرورية حتى لمواجهة الظروف القاسية ، يجب أن تكون تبعاً لذلك كبيرة ، كبيرة حقاً بدرجة لا نستطيع تجاهلها .

لكن هل تساعدنا هذه الرؤية على المتابعة ؟ إذا أردنا أن نكون صادقين تماماً نتوجب علينا الإجابة على هذا السؤال بالنفي . بالنسبة لمقدورتنا البشرية على التصور فإن السؤال ، حول ما إذا كان النظام أو حول ما إذا كانت الوظيفة البيولوجية المعقدة يمكن أن تحصل أو لا تحصل بالصدفة كنتيجة لطفرات غير موجهة تحصل اعتباطياً ، لا يعتبر مشكلة كمية وإنما مشكلة أساسية مبدئية . إن الإدعاء بأن هذا ممكناً يعتبر استفزازياً مهماً كان طويلاً نظرياً الزمن اللازم لحصول هذا الحدث .

الوحيدون ، الذين كانوا يعتقدون أن مثل هذا يمكن أن يحصل ، كانوا الى ما قبل وقت قصير البيولوجيين ، الذين تخصصوا في قضايا التطور . لم يكن بإمكانهم التهرب من هذا السؤال ولم يكن بإمكانهم كبتة أو إخفاؤه لأنه كان يواجههم يوماً في عملهم . كانوا يؤمنون بالصدفة ، أي بنشوء غططلات بناء وظائف بيولوجية جديدة أكثر تناسباً مع الهدف وأكثر كمالاً كنتيجة لطفرات صدفوية غير موجهة . كانوا يعتقدون بذلك دون أن يتمكنوا ، إذا ابتغينا القسوة في الحكم ، من البرهنة عليه . كان يوجد عدد من المؤشرات التي يستطيعون التعلق بها لكن البراهين لم تكن متوفرة لديهم .

كانوا يؤمنون بهذه الامكانية فقط لأنه لا يوجد امكانية اخرى - إذا أرادوا أن يبقوا على الطريق السوي للمحاجة العلمية . لذلك كاد الأمر أن يبدو وكان اعتقادهم لا يستحق من التقدير أكثر مما يستحق اعتقاد نقادهم ، الذين يهرون بنفس العناد على أن نشوء النظام والتكيف الحاد لا يمكن أن يحصل أبداً بمجرد احتمالات الصدفة لياتصيب الطفرات .

لم تطرأ حتى يومنا هذا تغيرات كبيرة على الحجج المؤيدة والمعارضة التي تنتشر على الساحة وتمجد كل منها من يتبناها نظرياً على ضوء السؤال الأساسي حول نشوء الحياة على الأرض . من الناحية النظرية يتيح كلا الموقفين لأنصاره امكانية عرض أفكارهم بنفس القدرة الاقتناعية وبدون تناقضات منطقية . ضمن هذه الظروف كان خطأ كبيراً أن تمكن عالم البيولوجيا الأمريكي الحائز على جائزة نوبل يوشوا ليدربريغ من إجراء تجربة حسمت هذه المسألة الهامة حسباً نهائياً .

للحظة الاولى يبدو كنوع من السحر أن تكون الإجابة على السؤال ، حول ما إذا كانت الطفرات غير الموجهة يمكن أن تؤدي بالصدفة الى انجازات وتكيفات بيولوجية مفيدة ، ممكنة تجريبياً . إن التجربة ليست ممكنة وحسب بل وسهلة للدرجة أن كل مدرس بيولوجيا متمكن يستطيع أن يجريها أمام تلاميذه . كان مطلوباً فقط أن يوجد شخص ما يتوصل الى الحادثة الصحيحة حول كيفية بحث هذه المشكلة . كان يوشوا ليندبيرغ هو الشخص المطلوب الذي توصل الى هذه الحادثة قبل حوالي ٢٠ عاماً .

١٤. التطور في المخبر

إذا أراد أحد أن يدرس ظاهرة التطور تحريياً يحتاج الى عدد كبير جداً من المتعضيات الحية والى فترة من الزمن تمتد عدة أجيال . يجب أن يكون عدد الأحياء الداخلة في التجربة كبيراً جداً لأن النسبة للتوتية للطفرات ، أي عدد الحالات التي يحصل فيها خطأ عند تضاعف حموض د ن س خلال عملية الانقسام الخلوي ، منخفضة جداً . لو كان الأمر غير ذلك لما تمكن أي نوع من البقاء كما هو عبر الأجيال . (من الناحية الأخرى ، لو لم تكن هذه الأخطاء موجودة بناتاً لما حصل أي تغير في الأنواع وبالتالي لما كان التطور ممكناً) .

أما استمرار التجربة عبر عدة أجيال فهو ضروري لأن الطفرات لا تحصل إلا عند التكاثر (انقسام الخلية) ولأن المقارنة بين جيلين على الأقل تلزم لمعرفة ما إذا كانت الطفرات قد حصلت ولمعرفة ماهيتها في حال حصولها . علاوة على ذلك يتوجب بعدئذ ، على ضوء خط السير اللاحق ، اعطاء الحكم عما إذا كان يوجد بين هذه الطفرات بعض منها يستحق أن يحصل على التقييم «هادف» . أما التقييم «هادف» فيعطى للطفرات التي أدت الى نشوء وظائف جديدة أو متغيرة لدى المتعضية تؤدي الى أن هذه المتعضية أصبحت تتكيف مع المحيط بطريقة ما بصورة أفضل من رفيقاتها من نفس النوع التي لم تتعرض للطفرة .

نحتاج إذن الى عدد كبير جداً من المتعضيات الحية من نفس النوع والى فترة زمنية للمراقبة تمتد عدة أجيال . يبدو للوهلة الاولى وكأن عملية التطور لا يمكن حتى مراقبتها من قبل باحث واحد فكيف بدراستها تحريياً . لكن الأمر ليس كذلك في الواقع لأن الشروط اللازمة للتجربة يمكن تحقيقها بسهولة . يجب أولاً اختيار كائنات حية صغيرة قدر الامكان كي يتمكن الباحث من مراقبة أعداد كبيرة منها في أضيق المكان . بالإضافة الى ذلك يجب اختيار كائنات حية قصيرة العمر .

تحقق البكتريات كلا الشرطين بصورة مثالية . إذ أن هذه الكائنات المجهرية صغيرة للدرجة انه يمكن وضع ملايين كثيرة منها على الأرضية المغذية لصفيحة زجاجية واحدة (يبلغ قطر الصفائح الزجاجية المستخدمة في البحوث البكتيرية حوالي ١٠ سم وهي دائرية الشكل تصب على أرضيتها مادة جيلاتينية تنمو فيها البكتيريا) . أما العمر الوسطى لمعظم أنواع البكتيريا فيبلغ حوالي ٢٠ دقيقة . أي كل ٢٠ دقيقة تنقسم كل خلية من ملايين الخلايا البكتيرية الموجودة على الصفيحة الزجاجية الى خليتين بنتين . بما أن جهاز التخزين الجيني (الوراثي) لدى جميع أشكال الحياة الأرضية ، أي لدى البكتيريا أيضاً ، يعمل على نفس المبدأ ، لذلك تعتبر هذه الكائنات المجهرية مادة مثالية للبحوث التي يجريها علماء الجينيتيك ، أي البيولوجيون المتخصصون في دراسة عمليات الوراثة .

هذه هي الأسباب التي تجعلنا نجد في جميع أنحاء العالم الكثير من المعاهد العلمية التي تشغل حصراً في «الوراثة البكتيرية» . غير أن الطابع الاسيرناتي للموحد للشيفرة الوراثية يقدم للعلماء العاملين في هذه المعاهد الضمان بأن الاكتشافات التي يتوصلون إليها في تجاربهم مع هذه الكائنات البسيطة نسبياً تنطبق أيضاً على جميع الكائنات الحية الأرضية الأخرى بما فيها الانسان . يوشوا ليدربيرغ أيضاً أجرى تجاربه ، التي أصبحت واسعة الشهرة ، على البكتريات والتي كان يتبنى منها دراسة القواعد الأساسية لآلية التطور . كانت الظاهرة الخاصة التي اتخذها ليدربيرغ في تجاربه لـ «نموذج للتطور» هي ما يسمى «المقاومة» أو «المناعة» .

جميعنا نعرف أن الأطباء يحذرون بالحاح من تناول المضادات الحيوية (انتي بيوتيك) لدى كل إصابة بالرشح أو بالتهاب بسيط في البلعوم أو ما شابه . يعود السبب في ذلك الى أن الشخص الذي يفعل هذا يعرض نفسه لخطر أن يربي في جسمه بكتريات لا تتأثر بالمضادات الحيوية أو كما يقول الأطباء تصبح «قوية المقاومة» أو تكتسب «مناعة» تجاه المضادات الحيوية . إن هذا الكلام يعني عملياً أن من لا يتقيد بتحذيرات الطبيب يخاطر أن يصاب يوماً ما بالتهاب في الرئة لا تمجدي معالجته بالمضادات الحيوية لأن البكتريات التي تسبب هذا الالتهاب تصبح بعدئذ عديداً التأثير بالبنيسيلين أو التيراميسين أو ما شابه من المضادات الحيوية الأخرى .

كما أن قيام شركات صناعة الأدوية بتطوير وإنتاج مضادات حيوية جديدة باستمرار هو أيضاً نتيجة لظاهرة المقاومة هذه . إن عدد فصائل البكتيريا التي لم تعد تتأثر بأي نوع من أنواع المضادات الحيوية المعروفة يتزايد باستمرار في جميع أنحاء الأرض . لهذا السبب يحتاج الأطباء ، إذا أرادوا في المستقبل النجاح في مكافحة الالتهابات التي تسببها هذه الفصائل البكتيرية المنبئة ، الى مضادات حيوية متجددة باستمرار أي مختلفة نوعياً عما قبلها . لذلك فإن مكافحة الالتهابات بالمضادات الحيوية من عائلة البنيسيلين تعتبر في نظر البيولوجي معركة ثنائية بين التقنية الطبية للانسان ، الذي يريد القضاء على البكتريات «بدوافع أنانية» ، وبين القدرة على التكيف لدى هذه الكائنات الدقيقة التي تريد ، شأنها شأن جميع المخلوقات الحية ، البقاء بأي ثمن .

كانت ظاهرة المناعة البكتيرية خيبة أمل مرة بالنسبة للأطباء ، لأنهم عندما استخدموا خلال الحرب

العالمية الثانية بينسليين ، الذي كان عالم البكتيريا الانكليزي الكسندر فليمنغ قد اكتشفه في عام ١٩٢٨ ، كان النجاح مدهشاً لدرجة أن الأطباء اعتقدوا وكان النصر النهائي على مسببات الأمراض المجهريه ، الذي كانوا قد حلموا به طويلاً ، قد أصبح في متناول اليد . إنهم لم يفكروا ، وهذا ما تتطلبه مهنتهم ، إلا بمصالح مرضاهم ولذلك غاب عنهم تماماً ، وهم معذرون في ذلك ، ما تعنيه «الإصابة بالمرض» ، عند النظر إليها من وجهة نظر بيولوجية وليس طبية .

بالنسبة للبكتيريا يعتبر الجسم الحي ، الذي تهاجمه وتكاثف فيه ، الوسط الذي تكيفت معه والذي تحتاجه في وجودها . إنها لا «تريد» حقاً إلحاق أي ضرر به . عندما يموت مريض ما نتيجة لمرض جرثومي فإن هذا ، من وجهة النظر البيولوجية ، لن يكون كارثة بالنسبة للمريض وحده بل وأيضاً بالنسبة للجراثيم التي سببت هذا الموت لأنها هي أيضاً ستتموت بموت الوسط الذي تعيش فيه .

غير أن الأعراض المرضية هي في نفس الوقت الإشارة الواضحة إلى أن الحياة تؤثر بشكل ما على الوسط المحيط بها وتغيره . وهذا يصح أيضاً عندما يكون الوسط نفسه كائناً حياً أيضاً . لذلك فإن تدخل الطبيب العلاجي ، إذا نظرنا إلى الأمور من هذا المنظور ، ليس هو في الأساس سوى محاولة لتعرض حياة «سكان» الجسم البشري إلى الخطر أو الموت عن طريق التغير الفجائي لشروط الوسط الذي كانت قد تكيفت معه .

عندما يعطي الطبيب إبرة بينسيلين لمريض يعاني من التهاب الرئة فإنه يحاول بذلك أن يخلق في «عالم» البكتيريا ، التي يريد مكافحتها ، وضعاً يشبه تماماً الوضع الذي تعرضت له الخلايا الحية البدئية عندما ظهر الاوكسجين فجأة في الغلاف الجوي الأرضي وأصبح يشكل فيه جزءاً جديداً لم يكن محسباً مسبقاً . لم تنفرض الحياة الأرضية آنذاك لأنها - هذه هي الفرضية التي يضعها البيولوجيون - قد وجدت ، كنتيجة للصدفة السعيدة بواسطة طفرة متناسبة مع الشروط الجديدة ، خلية (أو بضع خلايا) كانت لديها «مناعة» تجاه الاوكسجين . إن الحقيقة ، بأن الفصائل البكتيرية المنية الأولى قد ظهرت بعد فترة قصيرة من استعمال بينسليين ، تبرهن على أن التطور لم يزل يحصل حتى اليوم .

هذه الطريقة برزت الامكانية الرائعة المتوفرة لدراسة عملية التطور وتحليل ألياتها تفصيلاً . هل كان الأمر عند ظهور البكتيريا المنية يتعلق فعلاً بتغيرات تكيفية لمتعضيات حية بواسطة الطفرات ؟ هل حصلت هذه الطفرات فعلاً بالصدفة المحضة أم كان يوجد ربما تأثيرات محيطية «موجهة» من نوع ما عملت على أن تكيف الطفرات مع تغيرات المحيط بصورة هادفة ؟ وهل كان ربما تأثير بينسليين نفسه هو الذي أدى إلى هذه الطفرات الهادفة الموجهة ضد هذا المضاد الحيوي وبالتالي إلى إلغاء الصدفة من العالم بكل ما فيها من الخروج على اللياقة ؟

يجب أن تكون الأجوبة على جميع هذه الأسئلة موجودة في ظاهرة المقاومة (المناعة) . لكن كيف كان بالامكان التوصل إلى هذه الأجوبة ؟ لقد حل ليديربيرغ المشكلة بطريقة في متنى البساطة . صب مادة غذائية سائلة على صفيحة زجاجية ، كالتي وصفناها أعلاه ، وتركها لتتجمد متخذة شكل شريحة من الجيلاتين . قام بعد ذلك بتطعيمها بنوع واحد من البكتيريا ، مثلاً ستافيلوكوكس ، ثم وضعها في

حاضنة دافئة وتركها تتكاثر حتى ملأت الصفيحة ببقع صغيرة مرئية ، هي عبارة عن مستعمرات بكتيرية صغيرة . ضمن الشروط التي وصفناها تنسج صفيحة واحدة الى حوالي ١٠٠٠٠٠ مستعمرة من مثل هذه المستعمرات النقطية الشكل .

بعد هذه التحضيرات التقديمية بدأت التجربة الرئيسية . كان ليدريرغ قد حضر قطعة خشبية دائرية الشكل على شكل خاتم (ختم) ، يطابق سطحها تماماً سطح الصفيحة الزجاجية التي تعيش عليها البكتيريا ، وغطاها بعناية بقياش من المخمل الناعم . قام الآن بضغط هذا الخاتم لفترة قصيرة على سطح الأرضية المغذية المليئة بالمستعمرات . عند النظر بعد ذلك الى هذا الخاتم بالعين المجردة لم يكن يشاهد أي شيء . لكن ليدريرغ كان يعلم أنه يجب أن تكون نتيجة هذه الملاسة القصيرة قد علفت في خيوط المخمل على الأقل بضع بكتيريا قليلة من كل مستعمرة من المستعمرات الكثيرة الصغيرة . لذلك ضغط خاتمه فوراً مرة أخرى على أرضية مغذية لصفحة زجاجية ثانية مماثلة لم تكن تحتوي بكتيريا وإنما بينسيلين بتركيز ضعيف . قام بعد ذلك بوضع الصفيحة الثانية أيضاً في الحاضنة لكي يتيح الفرصة أمام البكتيريا المنقولة اليها كي تتكاثر وتشكل ثانية مستعمرات صغيرة مرئية .

عندما أخرج هذا الباحث الأمريكي في اليوم التالي الصفيحة من الحاضنة ودققها تبين له أنه لم يتشكل على أرضيتها المغذية سوى أربع مستعمرات صغيرة في أربع مواقع مختلفة . أما كامل السطح الباقي من الأرضية المغذية فقد بقي نظيفاً خالياً من البكتيريا . لم تتمكن إذن من أصل حوالي ١٠٠٠٠٠ مستعمرة بكتيرية على الصفيحة الاولى سوى أربع مستعمرات من تثبيت أقدامها على الأرضية المغذية المحتوية على البنسيلين . يجب أن تكون هذه المستعمرات الأربعة قد نشأت عن أربع بكتيريا لم تتأثر بالمضاد الحيوي . بينما كانت البكتيريا ، التي نقلت بواسطة الخاتم المخمل إلى الصفيحة الثانية والتي كانت تمثل (توب) ملايين كثيرة من البكتيريا الأخرى ، قد ماتت جميعها ، بدأت المستعمرات الأربعة المنية تتكاثر وتتكاثر على الأرضية المحتوية على البنسيلين حتى ملأت كامل «عالم» الصفيحة الثانية ، التي أصبحت لا تختلف في مظهرها بأي شيء عن الصفيحة الاولى . لكنها تختلف عنها فعلياً في أنها تحتوي الآن حصراً على بكتيريا تتحمل البنسيلين .

كيف تمكنت البكتيريا الأربعة المنية من اكتساب القدرة على العيش في الوسط المليء بالمضاد الحيوي ؟ كان ليدريرغ قد حضر تجربته منذ البداية بشكل يتيح له متابعة البحث عن جواب لهذا السؤال الحاسم . إنه لم يقم عبثاً باستخدام الخاتم للقيام بعملية التطعيم . بهذه الطريقة من التنظيم انتقلت جميع مستعمرات الصفيحة الاولى بنفس توزيعها المكاني الى الصفيحة الثانية . بكلها أخرى : كان الآن بإمكان ليدريرغ أن يعرف بالضبط من أية مستعمرات ، من بين المائة ألف مستعمرة الموجودة على الصفيحة الاولى ، جاءت البكتيريا الأربعة المنية .

هذا التدقيق اللاحق للتوزيع مكن التجربة من الوصول الى نهايتها الحاسمة . قام ليدريرغ الآن بتحضير عدد كبير من الصفائح الزجاجية المجهزة بأرضية مغذية محتوية على البنسيلين وبدأ على كل منها بزرع عينة واحدة مأخوذة من إحدى المستعمرات الصغيرة الكثيرة الموجودة على الصفيحة الأصلية الحالية

من السموم . جاءت النتيجة مطابقة تماماً لتوقعاته ولتوقعات جميع اولئك البيولوجيين الذين كانوا دائماً مقتنعين بالطابع الصدفي للطفرات . رغم كل محاولات ليدريغ المتكررة لجعل بكتيريا ستافيلو كوكس المأخوذة من الصفيحة الاولى الأصلية تنمو على الأرضية المحتوية على البنسيلين فلم ينجح في تحقيق ذلك لدى أي عينة من العينات التي زرعها . لم تشكل ولا في حالة واحدة على الأرضية السامة بالنسبة لبكتيريا ستافيلو كوكس المستعمرات الصغيرة التي عهدناها - مع أربع استثناءات هامة : كانت عملية الزرع تنجح دائماً ، وحسراً ، عندما يأخذ العينات من البقع الصغيرة الأربع ، التي كانت بكتيرياتها منيعة منذ البدء وتحمّل بالتالي الأرضية السامة .

لا يتبع تحليل هذه النتيجة سوى استنتاج واحد . يجب أن تكون قد وجدت قبل بدء التجربة في المواقع الأربع المعنية من الصفيحة الزجاجية الأصلية بكتيريات منيعة . أي بكتيريات كانت لديها مناعة ضد المضاد الحيوي بينسيلين قبل أن نلتقي معه لأول مرة . يجب أن تكون ، تبعاً لذلك ، قد اكتسبت هذه القدرة مسبقاً بواسطة طفرة «صائبة» حصلت بالصدفة . لقد برهنت التجربة على أن الاحتكاك بالدواء ليس هو السبب الذي أدى إلى الطفرة المناسبة بأن أشارت إلى أنه لم يكن ممكناً جعل ولا بكتيريا واحدة من بين الملايين الكثيرة من البكتيريات الأخرى ، التي لم تكن مطفرة قبل الزرع من النمو في الوسط البنسيليني السام .

تكمن الحافضة الأهم لهذه التجربة في أنها تنجح دائماً مهما كررت مع بكتيريات جديدة . دون أي اعتبار للمضاد الحيوي المستخدم كانت تشكل على الأرض السامة في كل حالة مستعمرات تنطلق من بكتيريات منفردة قليلة تبين أنها قد تكيّفت بالصدفة مع الوسط الجديد عن طريق طفرات سابقة حصلت قبل الاحتكاك مع هذا الوسط .

لا نستطيع استخلاص المذلولات الكاملة لهذه التجربة إلا بعد أن نعلم كم هي معقدة الانجازات التي تقوم عليها المناعة . إن البنسيلين والتتراسكلين وغيرها من المضادات الحيوية الكثيرة الموجودة اليوم هي سموم شديدة الفعالية النوعية . تعني كلمة «نوعية» هنا أنها لا تهاجم سوى روابط كيميائية محددة تماماً أو أنها تغلق الطريق أمام خطوات كيميائية معينة للتمثل العضوي . لولا هذا التخصص النوعي في التأثير لما كان ممكناً استخدام أي مضاد حيوي كعلاج دوائي . لولاها لتضررت خلايا الجسم البشري أيضاً . تقوم صلاحيتها للاستخدام العلاجي على أنها تشل وظائف التمثل العضوي أو تفكك كيميائياً أجزاء من جدار الخلية التي (أي الأجزاء) لا توجد إلا في خلايا البكتيريا . نستنتج من ذلك أن الخلية البكتيرية لا تتمكن من حماية نفسها ضد التأثيرات الهدامة للمضادات الحيوية إلا بإجراء تعديلات معقدة على وظائف تمثيلها العضوي . بعض منها يتمكن - بواسطة طفرات تحصل بالصدفة ! - من انتاج الانزيمات التي تفكك المضادات الحيوية التي تهددها . تنشأ هنا إذن بواسطة «با نصيب الطفرات» أسلحة دفاعية كيميائية هادقة التأثير وشديدة التعقيد .

١٥. عقل بدون دماغ

حتى بعدما نتعرف على تجربة ليدر بيرغ ونستوعب نتائجها تبقى أملنا صعوبات كبيرة في أن نتصور كيف يمكن أن تنشأ بالتفصيل مثل هذه القدرات . من ناحية أخرى تبرهن التجربة بوضوح أنه من الممكن نشوء النظام والتكيف الهادف واكتساب وظائف حيائية جديدة متفوقة بواسطة الطفرات غير الموجهة . إنها ليست المرة الأولى ، كما نذكر ، التي نضطر فيها إلى الإقرار بأنه يوجد في هذا العالم وفي الطبيعة الأرضية التي نعرفها عدد كبير من الظواهر التي تقع خارج قدرتنا على التصور وعلى الفهم على الرغم من أن وجودها محقق لا لبس فيه . سواء تعلق الأمر بحدود الكون ، التي انطلقنا منها في هذا الكتاب ، أو بظاهرة نعيش معها يومياً وهي أن اتحاد غازين يؤدي إلى نشوء سائل اسمه «الماء» ، أو بدور الطفرات في تطور الكائنات الحية ، كنا دائماً نتوصل إلى الاقتناع بأن عدم القدرة على التصور أو الاستيعاب هما حجج رديئة عندما يتعلق الأمر بتفسير الكون . إن قدرتنا على التصور قد تشكلت ، خلال مسيرة تطور الإنسان عبر أحقاب جيولوجية طويلة بتأثير هذا التطور ذاته ، على سلوك غائي يسمى نحو الهدف بالحاج لدرجة أنه يجب البحث في نهاية المطاف عن أسباب جدم القدرة هذا في بنيتنا النفسية .

تجربنا تجربة ليدر بيرغ بلا أي لبس عن حقيقة من حقائق الطبيعة يتوجب علينا قبولها سواء استوعبناها واقتنعا بها أم لا . يوجد أيضاً منذ زمن طويل مشاهدات كلاسيكية تقدم أمثلة أبسط وأوضح تشير إلى أن نفس القواعد التي وجدناها لدى البكتيريا تنطبق أيضاً على تطور الأشكال الحياتية الأخرى بما فيها العليا منها .

المثال الذي أصبح ذا شهرة واسعة هو حكاية فراشة الحور في مناطق الصناعة الانكليزية . منذ قديم الزمان كان اللون الأساسي لجناحي هذه الفراشة أبيض فضياً عليه خطوط ناعمة يميل لونها إلى الرمصاصي الأخضر . أي أن الأجنحة تبدو وكأنها قطعة صغيرة من قشرة شجرة الحور . إن هذه الفراشة

تحمي نفسها من أعدائها من المصافير بطريقة ، إننا مضطرون إلى القول «هادفة» ، بأن تعيش ، كما يشير اسمها على شجر الحور بحيث لا يمكن تمييزها عن القشور بسبب تماثل اللون . نستطيع أن نقول ، بكلها أخرى ، أن فراشة الحور تمويه نفسها بأن «تقلد» مظهر قشور الحور بدقة هائلة تجعل من الصعب على أعدائها اكتشافها .

لكن ما هو المعنى الذي يمكن أن تعنيه كلمة «تقلد» في هذا المجال ؟ من المؤكد أنه ليس لدى الفراشة أي تصور عن المظهر التي هي عليه . كما أن مستوى التطور لدماغها الصغير ينفي إمكانية أن يكون هذا الحيوان يعرف شيئاً عن سلوك المصافير في الصيد أو عن فوائد التمويه بواسطة الألوان . ولكن حتى لو حصلت هذه الفراشة جديلاً على هذه المعلومات - التي لا يمكنها الحصول عليها أبداً - فإنها لن تفيدنا بأي شيء . إذ حتى لو عرفت كل ما يلزمها من معلومات فإنها لن نستطيع الاستفادة منها تطبيقياً بأن تغير مثلاً مظهرها الخارجي كما تشاء .

رغم ذلك اكتسب هذا النوع من الفراشات عبر مئات آلاف السنين مظهراً منسجماً مع الهدف إلى درجة لن تكون أكبر لو ملك الوعي وقام بعملية التمويه بطريقة واعية ومدروسة .

كيف أصبح هذا الأمر ممكناً ، يدعي الداروينيون ، أي البيولوجيون الذين يحددون أسباب عملية التطور إلى اللعبة المتبدلة بين ما يقدمه المحيط من طفرات وما يفرضه من اصطفاة ، أن هذه العوامل هي التي أدت أيضاً في حالة الفراشة إلى نشوء التلون الموه . لقد قدم لهم الطرف السعيد عبر هذه الحالة الفرصة لأن يقدموا البرهان المباشر على ما يدعونه .

خلال حياة الدارويني الأول (داروين نفسه) ، أي في النصف الثاني من القرن الماضي ، حصل تغير جذري في المحيط الذي تعيش فيه فراشة الحور قلب عملية تمويهها الهادف ، دفعة واحدة ، إلى النقيض تماماً . حصل هذا في بداية عصر التصنيع . بالنسبة لفراشة الحور كانت نتائج تدخل الإنسان في المحيط الطبيعي مدمرة . إذ بدأت في المناطق الصناعية جميع أشجار الحور تتلون بلون أسود يزداد سواده كل يوم بسبب الكميات الكبيرة من هباب الفحم المتطاير من مداخن المعامل .

لا شك أننا نستطيع أن نتوقع نتائج هذا التغير بالنسبة لفراشتنا . لقد توقف فجأة الزمن الذي كانت تستفيد فيه من تلونها للموه : لا بل أن لون اجنتحتها الفاتح ظهر مضيقاً على جذوع الأشجار المتسخة وأصبح يشكل هدفاً بارزاً للطيور الجائعة . لقد بدا آنذاك وكأن انقراض هذا النوع المنحوس من الفراشات قد أصبح مسألة وقت وحسب . إنها ضحية لتغير طرأ على المحيط لم تكن متكيفة معه بما فيه الكفاية ، الأمر الذي حصل لكثير من الأنواع الحياتية الأخرى خلال تاريخ التطور .

لكن في هذه الحالة سارت الأمور بشكل مختلف . بدأت هذه الفراشات ، التي أصبح اصطفاها سهلاً والتي راح عددها في البدء يتناقص يوماً بعد يوم ، تتلون ، ببطء وبصورة غير ملحوظة في البداية ، بلون غامق حتى أصبحت بعد وقت قصير يثير الدهشة ، خلال عقود قليلة من السنين ، تشبه تماماً جذوع الأشجار التي ما زالت تعيش عليها . لقد أصبحت الآن تميل إلى السواد وبذلك حمت نفسها أمام مطارديها

من جديد . لهذا السبب بدأ عددها يتزايد حتى عاد بعد فترة إلى ما كان عليه قبل حصول التغير . بذلك تحقق التوازن مرة ثانية .

لقد حصلت هنا أمام أعين الباحثين قطعة من التطور . إن هذا الرد الذكي ، وفي كل الأحوال الهادف ، الذي قامت به هذه الفراشات تجاه التغير الخطير الذي طرأ على محيطها ، تين لدى تدقيقه على انه ، كما يدعي الداروينيون ، نتيجة لآليتي الطفرة والاصطفاء .

أكدت لاحقاً المجموعات التي يمتلكها هواة جمع الفراشات أنه كان يوجد في هذه المنطقة منذ القدم نسبة صغيرة من فراشات الحور بلون غامق . كان عددها يتأرجح زيادة ونقصاناً لكنه لم يتجاوز في أي من الأوقات واحد بالمائة من مجموع جميع الفراشات . أي أنه كان ، على أي حال ، يوجد بعض منها دائماً وباستمرار . إن «با نصيب الطفرات» ، الذي كان ينتج كيميائياً وبالصدفة شيئاً فشيئاً جميع الأنواع الممكنة ، أدى أيضاً إلى نشوء هذا «النوع الداكن» من فراشات الحور كحالة خاصة استمرت عبر الأجيال بالتواتر . هنا في هذا المثال يظهر بوضوح الطابع الصدفي اللامع للأشكال الناشئة بالطفرة التي عاشت آلاف السنين بما في ذلك خلال الأحقاب التي كان يبدو فيها أن شكلها الغامق لا فائدة له على الإطلاق لا الآن ولا في المستقبل .

لم تستطع تبعاً لذلك ، كما تيرهن ندرتها في مجموعات الهواة القديمة ، أن تزايد أو تنشر على نطاق واسع في أي وقت من الأوقات . لكن هذا الوضع تغير في اللحظة ، التي اختلت فيها علاقة التكيف المثالي بين فراشات الحور ومحيطها بسبب عامل طاريء خارجي هو تلوث جلدوع أشجار الحور باللون الأسود بسبب الصناعة مما أدى إلى اختلال التوازن . في هذه اللحظة تعرضت الفراشات إلى الانقراض . كانت ستقرض فعلاً لولا أن الطفرات كانت خلال الأزمات الماضية قد قدمت كثيراً من التناجز المختلفة التي جريت حفظها جميعها وكان من بينها هذا النموذج الغامق الذي كان عديم الجدوى حتى الآن . إن نوعاً ما من أنواع الكائنات البلية لا يتكيف مع الوسط بأن يكتسب خلال حياته خصائص تتناسب معه ، وإنما تعطي عمليات التطفر هذا النوع قليلاً تلك الخاصة التي تمنحه الفرصة لأن يتكيف مع محيطه . من المؤكد أن هذا لا يحصل دائماً وفي كل حالة منفردة في الوقت المناسب . عندئذ ينقرض النوع . أما فراشات الحور فقد كانت محظوظة إذ تمكن نوعها من التكيف . من البديهي أن ما من فراشة واحدة على الإطلاق غيرت لونها أو مظهرها . وكيف كان سيحصل هذا التغير؟ إن ما حصل حقاً هو ما يسميه علماء التطور «الاصطفاء» ، أي تلك العملية الانتقائية التي تحصل بسبب المحيط بين التناجز المختلفة التي قدمها التطفر . بتعبير أوضح : لم تعد الطيور الآن تلتهم ذاك النموذج الأسود الذي كان في الماضي يبرز على الجلدوع البيضاء حتى أصبح وجوده نادراً . لقد أصبحت الآن فجأة تلك الفراشات «العادية» الفائقة هي المهيمنة ، أما الداكنة فقد أصبحت محمية .

بقية القصة ذكرتها سابقاً . لقد بدأت الفراشات الداكنة تتمتع الآن فجأة بحماية التكيف الهادف وراحت تتكاثر نتيجة لذلك حتى أصبحت اليوم ، بعد مائة سنة ، تشكل النموذج السائد في منطقة الصناعة الانكليزية حيث أجريت هذه الدراسات . قد أكون في غنى عن القول أنه لم يزل يوجد اليوم بين

العدد الكبير من الفراشات الداكنة بعض الأعداد النادرة من النماذج الفاتحة التي تبدو «لا جدوى لها» ولا تستطيع التكاثر لأنها ليست «متكيفة بصورة هادقة» .

على هذه البساطة هي الوسائل التي تستخدمها الطبيعة لتجعل نوعاً من الأنواع «يتصرف» بطريقة تستحق فعلاً أن نعتبرها ذكية .

عند هذه النقطة سيجتمع على الأرجح معظم الناس عن استخدام صفة «ذكية» لماذا ؟ يعود السبب بالطبع إلى أننا في لغتنا اليومية لا نتحدث عن «الذكاء» إلا عندما نريد أن نعبّر عن تصرف انساني مخطط ومحسوب مسبقاً . لذلك وانطلاقاً من هذا الاعتياد اليومي لا يمكن بالنسبة لنا أن يوجد الذكاء والحيل إلا في حال وجود الدماغ المتطور بما فيه الكفاية للقيام بالأعمال التي نعتبرها «كلمات» . لكن مهما بدا هذا الحكم بديهيًا يتوجب علينا أن ننظر إليه عند هذه النقطة نظرة فاحصة ناقدة .

لم نكتشف مرة تلو المرة ، منذ اللحظة التي قررنا فيها التحرر من النظرة اليومية المعتادة ، أن العادة هي دليل رديء . عندما نحاول تكوين صورة صحيحة عن العالم وعن موقعنا فيه ؟ هل سنكون محقين إذا سمحنا اعترافنا برؤاؤنا أو بتصرف تجاه شروط المحيط المتغيرة ، يبدو أن لنا هادفين وبالتالي ذكيين ، في اللحظة التي يتبين لنا فيها انهم لم يصيدوا عن صماغ ؟ مهما كانت هذه الفكرة غير اعتيادية فلنني لم أهدأ أشك أن النظرة الموضوعية إلى تاريخ الطبيعة بدون أحكام مسبقة ترغماً اليوم على الاعتراف أنه يوجد عقل بدون دماغ .

أيضاً لدى الفراشة الهندية يعود الفضل في قدرتها المذهلة على النمو ، الذي يتجاوز بواسطة مرحلة التشرنق ، إلى تضافر التأثير البسيط ظاهرياً لآليات التطفر والاصطفاء . لقد وصفت في مدخل هذا الكتاب كم هي متقنة ومدعشة الخدع التي تضلل بواسطتها هذه الحشرة ادهامها . إن من يصدق سلسلة التصرفات التي تصبح في نهايتها البرقة ، التي لا حول لها ولا قوة المخبئة في ورقة يابسة بين عدد آخر من الورقات الماثلة ، «مخفية» بالنسبة لاجدائها ، يجد نفسه مضطراً إلى استخدام تعابير لا نطقها عادة إلا على السلوك الذكي .

لا يوجد أي مهرب من الإقرار بأن الفراشة الهندية ، بما تقوم به من تحضيرات معقدة هادقة لتحقيق النمو الجيد ، تتخذ مسبقاً احتياطات ضد الأخطار التي تقع في المستقبل . هي ذاتها لن تستفيد أي شيء من الجهد الكبير التي تبذلها . بل إن الإجراءات الوقائية التي تتخذها ستحمي البرقة التي ستحول إليها . أي أن ما تقوم به الفراشة ليس رداً على الوضع الملموس الذي تتواجد فيه وإنما على حاجة ستفرسها الظروف التي تقع في المستقبل . إنه للمعنى الموضوعي لكلمة «رؤية مسبقة» لأمر مستقبلية . ما من أحد يستطيع ان ينكر أنه يوجد كثير من الامكانات للنمو ضد الرؤية وأن طريقة استخدام الميالك الخلية في النمو هي طريقة على درجة عالية من التقدم . هنا لم يعد مجرد مفهوم «التناسب مع الهدف» يكفي لوصف وتفسير الظاهرة ، إذ أن ما يحصل هنا هو أكثر مما هو ضروري . يتم هنا من بين جميع الامكانات المتوفرة للنمو - التلون بلون مناسب ، اختيار محيط مناسب ، الاختباء البسيط ، أو التغطية بمواد موجودة في المحيط والخ . . . - اختيار إمكان محدّد ترفع درجة فعاليته بواسطة التكيك المتبع

في تشكيل الهياكل الحولية إلى درجة عالية من الكمال . هل لدينا أي خيار آخر سوى أن نعتبر مثل هذا التصرف ناتجاً عن «خيال خصب» و«غنى بالخواطر» .

من المؤكد أخيراً أن ما تقوم به هذه الفراشة يؤدي لدى نوع آخر من الكائنات الحية إلى تصرف محدد تماماً يحكم عليه من وجهة نظر الفراشة على أنه مرغوب أو هادف . يتوجب علينا أن نذكر هنا أن تصرف الفراشة لن يكون أفضل لو فهمت شيئاً عن علم نفس الطيور . إن تحضيريات الفخ النفسي المناسب لامتقاة شر الأعداء المحتملين عن طريق تحقيق خيالات أمل متتالية لديهم تستحق في كل الأحوال بدون شك التقدير «غنية بالخواطر» .

القدرة على الرؤية المسبقة ، الخيال الخصب ، والغنى بالخواطر - هل لنا الحق بحجب صفة الذكاء عن السلوك الذي يحقق هذه الشروط ؟ هل يتوجب علينا أن نمتنع هنا عن استخدام هذه الصفة لأننا لم نتمكن من اكتشاف دماغ يحتوي هذا الذكاء ؟ لم يعد لدي أي مجال للشك في أننا سنسقط مرة أخرى في وهم جنون التمرکز العرقي البشري إذا ما توصلنا إلى هذا الاستنتاج .

كم هي مشوقة الطريقة التي نحكم فيها غالباً على وضعنا بدون أي تفكير . السنا نتصرف وكأن تلك المليارات من السنين من تاريخ الكون لم يكن لها سوى غرض واحد وحيد هو انتاجنا نحن والحاضر الذي نعيشه ؟ وكان تاريخ الأرض ، نشوء الحياة وتطورها خلال ما لا يقل عن ٣ مليارات سنة ، وكان كامل هذه المسيرة الطويلة الهائلة قد وجدت غايتها وهدفها فيما نحن البشر . ألن نكون أكثر واقعية لو افترضنا أن التاريخ ، الذي نحاول عرضه بخطوطه العريضة على الأقل في هذا الكتاب ، لن يتوقف بالتحديد وبالضبط اليوم في العصر الذي نعيش فيه ؟ إنه سيتابع مسيرته في المستقبل باتجاه هدف لاندري عنه أي شيء الآن .

علينا أن نستخدم الذكاء ، الذي حصلنا عليه بدون أية جهود من جانبنا ، للخروج من المستنقع الذي وضعنا فيه عاداتنا اليومية في الاعتبار والتفكير . إن وجودنا الحاضر ليس سوى لفظة لحظية ماعودة كيفياً من مسيرة حركة تاريخية للطبيعة تتجاوز جميع المقاييس البشرية والأرضية . . ما من أحد يستطيع ان يقول لنا لماذا نعيش اليوم بالضبط وليس قبل آلاف السنين أو بعد وقت طويل في المستقبل البعيد .

عندما نفكر بمئات الآلاف من السنين من عمر الانسان الباكر (الأول) ، الذي لم يكن قد امتلك الوعي بعد ، أي بالحالة النفسية للانسان الذي لا يتعد تاريخياً عنا كثيراً ، يتوجب علينا الشكر والامتنان . يتوجب علينا الشكر لأننا تمكنا ان نعيش ، على الأقل ، بداية بزوغ الحقبة الجديدة للوعي الانساني ، التي تتميز في أن الانسان قد اكتشف فيها لأول مرة ذاته كتيبة لتطور طبيعي يمتد حتى الانفجار الكوني الأول الذي بدأ به وجود عالمنا .

إن أهمية هذه المعرفة هي أكبر مما يعتقد معظم الناس . يمكننا اعتبار هذه الخطوة الأخيرة من الوعي الانساني على انها اكتشاف للواقع الثالث .

المرحلة الأولى من الواقع هي عالم الاختيار الساذج غير المدرك . إنه المحيط الذي نكون فيه مبهكين أو نشيطين ، جاثمين أو شجعانين ؛ المحيط الذي يحفزنا أو ييث فينا الخوف . إنه العالم الذي ننظر فيه إلى

وجودنا كظاهرة بدئية ، العالم الذي ننسب فيه كل شيء إلى ذاتنا ، ننظر إلى جميع الأشياء من منظارتنا ، أي العالم الذي يشكل فيه وهم التمرکز لدينا مقدمة أساسية لبقائنا . إنه باختصار العالم الذي تعيش فيه جميع الحيوانات وحتى يومنا هذا الأطفال .

أما المرحلة الثانية التي تطور إليها الوعي البشري فقد كشفت علماً موضوعياً بدأ من يمتلك هذا الوعي يستغل عنه بصورة واعية ، أي أصبح قادراً على توجيهه بمقله وبالوسائل التقنية التي اخترعها . في هذا العالم لا يوجد أحاسيس وأفعال انعكاسية وحسب ، بل يوجد فوق ذلك معرفة ومسؤولية ، يوجد آمال وتصورات مستقبلية . تشمل هذه المرحلة الثانية من الواقع كل ما فعلناه في هذا العالم ، من الشواهد الفنية والثقافية وحتى كل ما نطلق عليه اليوم تسميات المدنية والحضارة .

أمم خلفية هاتين المرحلتين من مراحل التطور تقوم الحقيقة التي توصلنا إليها مؤخراً حول سبب وجودنا ذاته . . (يجب ان نتذكر أن عمر هذه المعرفة لا يزيد عن مائة عام) . إن الاكتشاف بأننا ، في كل الأحوال هنا على الأرض ، المحصلة الأكثر تطوراً والأكثر تعقيداً الناتجة عن تاريخ متواصل طويل استمر ١٣ مليار سنة ؛ هذه المعرفة فتحت أعيننا على بعد جديد ثالث للواقع .

لقد توصلنا إلى المعرفة بأننا لم نوضع ، كما كنا نعتقد ، ببساطة في هذا العالم ليكون في خدمتنا كسلحة للتصرف (للاختبار ، أو لتحقيق الذات) ، أو لصنع «التاريخ» أو ما شابه من الأقوال التي نسمعها هنا وهناك . إننا جزء من هذا العالم ، كنا ولم نزل ننسب إليه ، نخضع لقوانينه وبنطوي تحت لواء التطور الذي لا نعرف عنه سوى القليل وليس لنا أدنى تأثير عليه والذي سيتابع مسيرته غير مبال بنا . إن العالم وكذلك الأرض لم ينشأ لكي يحملانا . إن عالمنا اليومي المعتاد ليس النهاية ولا الهدف وبالتالي أيضاً ليس التعليل للتاريخ الذي اكتشفناه قبل زمن قصير .

إننا ، بتعبير آخر ، بالنسبة لإنسان الغد لسنا سوى إنسان نياندرتال بالنسبة لنا ؛ إننا نياندرتال اليوم الغد . لقد نشأنا كي يتمكن المستقبل من النشوء . من هذا المنظار ليس بديهي أن يكون لوجودنا ، كما هو عليه الآن في هذه اللحظة من تاريخ التطور ، أية غاية أو أي معنى على الإطلاق . عندما نتوصل لأول مرة إلى هذه الأفكار فأننا سنفكر حتماً بشيء من السوادوية في إمكانية أنه قد وجدت في تاريخنا الماضي أحقاب طويلة كان وعينا فيها قد تطور إلى درجة أصبح يعرف معها الخوف واليأس والموت لكنه لم يبلغ الدرجة التي تمكنه من إيجاد الأجوبة الضرورية التي تقدم له على الأقل بعض الجزاء .

من يعلم كم من مغاونا الحالية ومن الكوابيس التي تلاحقنا موروث من هذه الحقبة الانتقالية التي مررنا بها بالضرورة . اننا اليوم في موقع أفضل ، لأننا ، بدون أن نعلم السبب ، نفق في موقع متأخر أكثر تطوراً من مواقع التاريخ الكثيرة الأخرى . غير أننا نكتشف في نفس الوقت الطابع العابر ، الطبيعية الانتقالية للمرحلة التي نعيش فيها ونكتشف بالتالي بداهة حالتنا ذاتها .

ليس لدينا بالطبع تصور عن الامكانات الجسدية وقبل كل شيء العقلية التي يمكن أن يتطور إليها جنسنا البشري . إن طبيعة الأشياء تقتضي بأن لا نستطيع أن نعرف شكل وقدرة الوعي المستقبلي الذي سيكون متفوقاً على وعينا أكثر من تفوق وعينا على وعي إنسان نياندرتال . لكن ما اكتشفناه هو الحقيقة بأن

هذا الواقع الآخر الأعلى سينوجد في المستقبل فعلاً لأن مرحلة وعينا الحالي ليست سوى نقطة عبور لمرحلة أو لمرحلة خلفها التطور ورامه .

لا يمكن ان تبقى هذه الرؤية بدون تأثير على حكمنا على وضعنا وعلى ما نسميه الحاضر أي على عالمنا بمجمله . فور ما ندرك الطابع الانتقالي ، أي الطبيعة التاريخية لكل ما يكون عالمنا اليومي لا نستطيع ان نفعل عن أن مهمة جدية قد وضعت على عاتقنا تتجاوز في أهميتها جميع الواجبات الاخلاقية والانسانية والأهداف التي نستقها من وضعنا التاريخي الحاضر . مهمة لا تتجاوز جميع هذه الواجبات والأهداف ، التي تصعب علينا المثابرة على متابعتها ، وإنما تحتويها .

إن مهمتنا هي أن نعمل على أن لا ينقطع هذا التطور في عصرنا بأفعال نتحمل وحدنا وزرها . إن واجبنا الأول ، الذي يتقدم على جميع الواجبات والأهداف الأخرى ، هو ان نتيج للمستقبل فرصة الحصول . صحيح ان تطور العالم يحصل ضمن مقاييس كونية وسوف لن يتوقف إذا ما خرجت منه البشرية في يوم من الأيام . لكن ما من أحد سوانا يمتلك أوراق القرار حول ما إذا كان صوتنا سيكون مسموعاً إذا ما تجاوز التطور في المستقبل المرحلة الحالية من الانعزال الكوكبي .

سنعود في نهاية هذا الكتاب مرة أخرى إلى ما يعنيه هذا الكلام بالتفصيل لأننا لم نزل نقصنا بعض المقدمات الجوهرية لكي نتمكن من القيام بذلك . قبل ان نصبح قادرين على محاولة رسم المسار الذي يمكن أن يتخذه التطور في المستقبل يتوجب علينا استكمال كثير من التفاصيل حول الجزء الذي انقضى من التاريخ . لا نستطيع ان نكون تصورات مغلقة أو تخمينات معقولة حول مستقبل تاريخ الطبيعة إلا حصراً بعد ان نتضح لنا القوانين والميول التي وجهت هذا التاريخ في العصور الماضية منه .

بقدر ما يبدو لنا الرأي ، بأن لعالمنا الحاضر قيمة بعد ذاته ، مشكوكاً فيه لحظة ندرك عصرنا كلفظة لحظية كيفية صدفوية من تطور شامل بمقاييس كونية ، بقدر ما هو على الأرجح خاطيء الرأي السائد حتى الآن كمقولة بدئية بأن الذكاء والخيال لم يدخل هذا العالم إلا مع الإنسان . أي شعور بالعظمة ، يفوق حتى سداجة متركزنا الانتروبولوجي ، يكمن خلف البداية الجاهلة ، التي نبنى عليها تصورنا بأن الكون وتاريخ الطبيعة وتطور الحياة على الأرض قد ظلت ثلاثة عشر مليار سنة بدون عقل وبدون خيال خلاق وبدون ذكاء فقط . لأننا نحن لم نكون موجودين ؟

من البديهي أن هذه الانجازات لم تكن موجودة قبل ظهور الإنسان ، أو لم تكن متمركزة في أدمغة فردية أو لم تكن تمثل قدرات منفردة لكائنات حية موهوبة واعية . (في كل الأحوال ليس على كوكبنا) . لكننا يجب ان نقي أنفسنا من خطأ الانطلاق ببساطة من انها لا يمكن أن تتحقق إلا بهذا الشكل حصراً . لم يزل ، عند هذه النقطة من تسلسل الأفكار الذي نطرحه ، ميكراً الحديث عن أن دماغنا ليس هو ، كما نفترض دائماً بدون مناقشة ، عضواً حقق هذه الانجازات الفيزيائية هكذا دفعة واحدة من العدم . كلما تعمقنا في تاريخ الطبيعة اتضح لنا بجلاء أكبر أن عقلنا لم يهبط من السماء أيضاً . إن هذه المقولة تصبح بالمعنى المزدوج للكلمة : إن عقلنا أيضاً هو من هذا العالم ونتيجة لتاريخه كما أحاول هنا أن أبرهن . غير أن هذا الجزء من التاريخ بصورة خاصة لم يزل اليوم ، وليس هناك ما يثير العجب ، مليئاً

بالثغرات . لكنه يوجد على أي حال بعض المؤشرات التي تؤيد الفكرة المعقولة بحد ذاتها من أن هذا العقل لم ينشأ في نقطة ما من التطور بين لحظة وأخرى وإنما هو ، شأنه شأن الوظائف الأخرى ، محصلة لتطور بطيء تحقق خطوة خطوة عبر أحقاب طويلة من الزمن .

إن دماغنا ليس هو ، على الأرجح العضو الذي نقصد : أي ليس هو العضو الذي تقوم وظائفه الأساسية على «إنتاج» وتحقيق انجازات «نفسية» كالذكاء والخيال والذاكرة . الشيء القليل الذي نعرفه اليوم عن التطور الذي أدى إلى نشوء أدمغتنا يدفع إلى الظن بأن الأدمغة (لدى الحيوانات أيضاً) هي أعضاء تجمع «وتوحد» ، «تشكل كلاً متكاملًا» الانجازات ، التي ذكرناها ، لدى الكائن الحي المنفرد واضعة إياها تحت تصرفه الفردي . هذه وجهة نظر ، مها بدت غير اعتيادية ، قد تفتح باباً جديداً داخل تاريخ الطبيعة أمام بحوث «علم النفس الروحي» ، أي نشوء البعد النفسي والوعي .

تتضمن نقطة الانطلاق هذه الادعاء بأن الانجازات والوظائف المذكورة ، التي اعتدنا على النظر إليها على أنها «نفسية» ، يجب أن تكون قد وجدت أيضاً (ولم تولد موجودة) كوظيفة مستقلة خارج الدماغ الفردي . إذا كانت هذه النقطة صحيحة فإن هذا سيعني إذن أن الذكاء والخيال والقدرة على الاختيار المتخصص الواعي بين الامكانيات المتوفرة وكذلك الذاكرة والحواسر الخلاقة هي أقدم من جميع الأدمغة . قد يناقش هذا تصورنا المعتادة بدرجة كبيرة . غير أننا كلما تعمقنا في دراسة ما نعرفه اليوم عن تاريخ الطبيعة كلما ازداد لدينا اليقين بأن الأمور تسير على هذا النحو .

يتوجب علينا ، كما قلنا ، أن نؤجل تحليل هذا الادعاء إلى فصل لاحق . لكننا نستطيع هنا بمساعدة مثال أول أن نتوه كيف يمكننا أن نتصور الوجود المستقل - لاشك أن هذا الكلام وقعاً غير اعتيادي لابل يبدو غير معقول - لواحدة من الوظائف المذكورة وليكن مثلاً الوجود المستقل للخيال أو الذكاء خارج الدماغ وبالتالي خارج البعد السيكلولوجي (النفسي) .

سيكون هذا الأمر عند هذه النقطة سهلاً وسريع الحدوث . عند النقطة التي غادرنا فيها الحيط الأحمر للسلسل الزمني لأنكارنا (أي عند تجربة ليدر بيرغ وبعد ذلك عند قصة تكيف فراشة الحور في مناطق الصناعة الانكليزية) لكي نكون أفكاراً حول الصدفة التاريخية للحمطة التي نعيش فيها وحول مبدأ الظهور الأول للمبادئ «العقلية» في الطبيعة ، كانت هذه الانجازات قد واجهتنا مراراً قبلئذ : الانجازات «الذكية» الناقية عن التأثير المتضافر لآلتي التطفر والاصطفاء .

إن أسد الأسباب التي دعنتا إلى هذا التشعب في الموضوع (ستذكر سبباً آخر لاحقاً) هو أنه يعطينا الإمكانية للنظر مرة أخرى عن كتب إلى ما ذكرناه في هذا الصدد وإنما الآن من منظور جديد غير متوقع . اعتقد أن احتمال إساءة فهمي ، بعد هذا التشعب التوضيحي ، سيكون أقل إذا ما ادعيت أن مبدأ التطفر يتدرج تحت المفهوم النفسي «خيال» وأن الاصطفاء يقوم بوظيفة «الاختيار المتخصص» .

إن التكيف الهادف لفراشات الحور مع تغيرات شروط حياتها وتنموه الخادع الماهر الذي تقوم به الفراشة الهندية إتقاء لأخطار مستقبلية وكذلك قدرة بكتيريات ستافيلوكوكس على تحويل المضاد الحيوي الذي هو من صنع بشري إلى مادة غير ضارة بواسطة عملية دفاع كيميائي ؛ كل هذه الانجازات تولد

الانطباع بطريقة ملحة حول وجود القدرة على التعلم والسلوك الذكي . لقد أشرت في «المدخل» إلى أن بعض العلماء ، كورنارد لورنتس مثلاً ، يتحلثون في مثل هذه الحالات عن رد فعل «شبه ذكي» . إنني أدعي أن هذا التحفظ في التعبير «شبه ذكي» بدلاً من «ذكي» ما هو سوى تعبير عن حكم مسبق ، أي كنتيجة للاعتقاد بأن إنجازاً من هذا النوع لا يجوز إطلاق تسمية «ذكي» عليه إلا عندما يكون صادراً عن دمي فردي (شخصي) . عندما يتحرر المرء من هذا التحفظ يبقى الفرق الوحيد بين الحالتين هو أنه في الحالة الأولى (في حالة التعبير المعتاد) يكون الذي يتعلم هو الفرد (المستقل) أما في الحالة الثانية فهو كامل النوع أو عدد معين من «السكان» (بينما تبقى الأفراد ، سواء البكتيريا أو القراشات ، في هذه الحالة غير قادرة على التعلم) .

إن هذا هو أكثر من مجرد جدل حول الكلمات . إذا ما ألفينا الحكم المسبق الدارج فإننا نفسح المجال أمام إمكانية لم يفكر بها أحد حتى الآن وهي أن نتكهن من فهم نشوء القدرات النفسية في إطار نفس التطور الذي تخضع له بقية الطبيعة . إذا ما تخيلنا عن تمسكنا بالرأي بأن رد الفعل الذكي لا يجوز تسميته ذكياً إلا عندما يكون رداً لفرد ، وليس عندما يكون رداً لنوع ، عندئذ تزول الصعوبات في تصور النشوء المستقبلي للإنجازات المفردة المختلفة التي تقوم الأدعة الفردية بعدئذ بتجميعها ، في نقطة متأخرة جداً من خط التطور ، مشكلة بداية مرحلة التطور «النفسية» .

تبعاً لذلك تبرز الإمكانية بأن نفهم الدماغ على أنه عضو تكمن إنجازاته ، من وجهة النظر التطورية ، في أنه يوحد إمكانات معينة من ردود الفعل ، نشأت مستقلة عن بعضها البعض وأصبحت متوفرة بصورة جاهزة ، في جملة سلوكية فردية مستقلة كاملة . أود هنا أن أشير إلى أنه لا يبدو عديم المعنى أن مثل هذا الفعل يشبه الطريقة التي اكتسبت فيها ، قبل مليارات السنين من هذه الخطوة التطورية ، الخلايا البدئية ، التي كانت لم تزال عديمة النواة ، الوظائف الحاسمة بالنسبة لتطورها اللاحق بأن ضمت إليها خلايا متخصصة بصورة مناسبة كمضخات .

غير أني لا أريد أن استيق الأحداث مرة أخرى . أود فقط في ختام هذه التأملات أن أعرض فكرة تبرز دائماً أمام من ينشغل بدراسة هذه الإمكانيات . إننا نتعرض دائماً لخطر الانزلاق في البحث عن الأعجوبة أو المعجزة في المكان الخاطيء . في عالم مليء ، بما لا يقبل الجدل ، بالأعاجيب نقف مذهولين غالباً أمام الموقع الخطأ .

يصح هذا القول هنا أيضاً . عندما نبدي إعجابنا بالطبيعة فإننا نفعل ذلك بقدر كبير من الفوقية . عندما نبدي إعجابنا بمدى تناسب مخطط بناء النبتة مع الهدف أو نندش من عصفور يبنى عشه فإن جزءاً من إعجابنا لم يزل حتى اليوم يصدر ، هذا ما أخشاه ، عن اندعاشنا من أن النبتة التي لا مغ لها والعصفور غير الذكي يستطيعان أن يتصرفا بهذه الطريقة المادفة . إننا نتفاجأ من أن الطبيعة «اللاواعية» قادرة على القيام بهذه الإنجازات المعقدة التي تكمن وراء الكثير من الظواهر الطبيعية اليومية . مما لا شك فيه أن تعجبنا هنا مشروع ومناسب . غير أنه يتوجب علينا التفكير بدوافعه بصورة فاحصة . إنني أرى أنه يتوجب علينا تغيير طريقة تفكيرنا فيما يتعلق بموقعنا في الطبيعة . إنه تشويه سافر

للمواقع الحقيقي إذا اعتقدنا كأفراد «أذكاء» أن انجازات الطبيعة مذهشة وغامضة لأنها تحصل بدون ذكاء واع خاص بها . يبدو لي أننا نقف هنا أمام مهمة إجراء تحول في فهمنا لذاتنا قد تعادل أهميته أهمية الانعطاف الكبير نيكبي . إذ لقد حان الوقت ، عل ضوء مستوى معارفنا الحالية عن الطبيعة ، لأن نتوقف عن مقاومتنا للرأي بأن القدرات الخلاقة ، أي خيال الطبيعة وقدرتها على التعلم تفوق قدراتنا أنفسنا (التي هي ليست سوى صورة ضعيفة باهتة) بمقدار يفوق التصور .

* * * * *

١٦. القفزة الى متعدد الخلايا

علينا أن نعود الآن لنمسك الخيط الأحمر للتسلسل الزمني للتطور عند النقطة التي تركناه فيها في بداية خبروجنا الطويل عن الموضوع . لقد دفعنا الى الخروج عن سياق التسلسل السؤال حول الكيفية التي نستطيع أن نفسر بها القدرة المدهشة لدى الخلايا الحية على أن تتكيف مع التغيرات اللامتوقعة لمحيطها . كان تهديد الخلايا من قبل الاوكسجين (الذي كان بدوره نتيجة حتمية لعمل الخلايا التي تجاوزت الأزمة الغذائية عن طريق «التهام» ضوء الشمس) عند ظهوره لأول مرة في الغلاف الجوي الأرضي قد شكل المثال الملموس على ذلك .

لقد كانت الجسيمات الكوندرية ، بكتريات متخصصة ، التي ضمتها اليها الخلايا الأكبر كوحيدات تعاونية ، هي التي أعطت هذه الخلايا القدرة على التعامل مع الغاز الجوي الجديد . لم تزل الجسيمات الكوندرية حتى يومنا هذا تقوم بهذه الوظيفة لدى جميع الكائنات الحية الأرضية التي تستطيع «التنفس» . لقد تمكنت الحياة بمساعدتها لا من أن تحمي نفسها وحسب من هذا الغاز السام في الأصل وإنما فوق ذلك من استخدام علوانيته الكيميائية الخطيرة لصالحها .

علينا أن نضع دائماً هذه المقدمة التاريخية للوضع ، الذي لم يزل قائماً حتى اليوم ، أمام أعيننا عندما نفكر بالطابع الايجابي لهذا الجزء من الغلاف الجوي الذي أصبح ، من المنظور الحالي ، بمنحنا الحياة ولاغنى لنا عنه على الإطلاق . عندما ننظر الى الوضع تاريخياً بهذه الطريقة نأخذ فكرة بمساعدة مثال ملموس عن المقدار الذي نعتبر فيه نحن البشر أيضاً نتاجاً للتكيف مع المحيط ، الذي توجب على الحياة أن تنهيا فيه . إن الحاجة الحتمية ، أو الضرورة الحياتية لا بل الرمز لما هو حي ، التي أصبحت للاوكسجين في نظرنا اليوم ، هي مقياس معبر للتطرف الذي فرضت فيه عملية التكيف . لكن وايضاً للكمال الذي تحققت فيه : إن غازاً عميماً في الأصل ينعكس في وهي الكائنات الناتجة عن هذا التكيف كمفهوم لـ«تنفس الحياة» . إنه في الحقيقة أمر يفوق الخيال .

لقد ناقشنا في هذه المناسبة أيضاً مشكلة تفسير التكيف المعقد وتعرفنا على الآلية التي تؤدي اليه عن طريق التأثير المتصافر لعملية التطفر والاصطفاء . إن عروض الصدفة المنتشرة على نطاق واسع لعدد كبير من النماذج الناتجة وراثياً ، والتي ينتمي منها المحيط وتغيراته النماذج القليلة «المناسبة» أو «المصادفة» ، تؤمن لنوع من الأنواع المرونة اللازمة لكي يتمكن من البقاء في عالم لا يبقى أبداً مستقراً لزمن طويل .

مهما بدا الأمر غير قابل للتصديق بأن آلية بهذه البساطة الظاهرية تكفي لتفسير التنوع الهائل لأشكال الحياة الموجودة لمجيء ، وذهاب مختلف الأنواع المتجددة باستمرار فإنه لم يعد يوجد اليوم أي شك معقول في أن الأمر يحصل هكذا فعلاً . إنه فوق ذلك يفسر أيضاً تنوع وتعدد أشكال الحياة ويؤكد أيضاً أنه لا يمكن أن يوجد شكل «مثالي» للحياة لأن التنوع الهائل للشروط والخصائص التي يتصف بها المحيط تعطي تبعاً لذلك عدداً كبيراً من النماذج ، المختلفة في الشكل والوظائف ، الفرصة لأن تثبت أهليتها للتعامل مع هذه الشروط وبالتالي لأن تحقق ذاتها .

هكذا يؤدي المحيط في نفس الوقت الى تنوع بيولوجي يعكس التنوع الموجود فيه ذاته . لكن وبما أن المحيط بدوره يتأثر الى حد كبير بالحياة وبما أن جميع الكائنات الحية الموجودة الأخرى هي بالنسبة للكائن الحي الفرد جزء من المحيط فإنه ينتج عن ذلك هنا بالإجمال تأثير متبادل للتقوية الذاتية يؤدي ، فور ما تنقضي مرحلة الانطلاق الطويلة ، الى نوع من الانتشار الانفجاري السريع للحياة على الأرض .

وصلنا الآن في التسلسل الزمني للأحداث الى النقطة التي سيبدأ بعدها تسارع الى يتوقف . حصل هذا قبل حوالي مليار سنة من الآن في الحقبة التي كان فيها تطور الخلايا الأعلى المحتوية على نواة وحل تجهيزات داخلية (عضيات) عالية التخصص قد اختتم .

في هذا الوقت كان التطور قد بلغ سوية فتحت الباب هريضاً أمام فصل جديد . قبل هذا الوقت وخلال مرحلة طويلة امتدت ما لا يقل عن ملياري سنة كان التطور عسيراً وطيئاً الى درجة كبيرة كما كان يتعرض لازمة تلو الأخرى ، كما سبق وذكرنا . صحيح أن ما من أحد يتوقع أن الحياة قد نشأت بدون مقدمات تاريخية وتطورت بدون مراحل انتقالية . غير أنها جليت معها فوق ذلك كثيراً من العوامل والمؤثرات الجديدة المعقدة لدرجة أن إعادة التوازن المستمر الى سطح الأرض احتاجت الى ملياري سنة من الزمن .

كانت كل أزمة من الأزمات الماضية شديدة لدرجة أنه كان من الممكن أن تؤدي الى توقف التطور . علينا أن لا نتجاهل هذه الامكانية ، إذ مهما كان خيال عملية التطفر واسعاً ، كما برهنت تجربة ليدربرغ (كمثال من بين كثير من الأمثلة) ، فإن قدرتها على الانجاز ليست لا محدودة . لو كان الأمر غير ذلك لكانت العضائيات لم تزول تعيش بيتنا . عندما بدأت الخلايا البدئية الأولى التهام الجزيئات الكبيرة والمركبات المضاعفة ، التي نشأت لا عضوية عبر مليارات السنين من التطور العسير ، وراحت بالتالي تفتلها تبعاً (ولاً من أين كانت تستحصل على الطاقة الضرورية ، أي من أين كانت تستغذي ؟) كان من الممكن أن تؤدي الأزمة الغذائية الناتجة عن ذلك الى بداية النهاية .

غير أن ظهور الجسيمات الحضر ، «أكالات الضوء» ، في الوقت المناسب كان يعني المخرج من وضع بدا وكأنه لا يخرج له . لكن نشاط هذه الجسيمات أدى فوراً الى اختلال التوازن مرة أخرى بين الحياة ومحيطها الأرضي بسبب عملية انتاج الاوكسجين التي بدونها ما كانت عملية التركيب الضوئي ممكنة . في هذه المرة جاء الانقاذ من الجسيمات الكوندرية .

بهذه الطريقة قضت الحياة ملياري سنة ترتجف أمام المخاطر والأزمات ، التي لا نعرف منها ، بالتأكيد ، سوى العدد القليل . لقد ظهرت أيضاً بدون شك نفس المخاطر والصعوبات لدى تطوير عملية انقسام الخلية . يكفي للدلالة على ذلك أن نشير الى الظروف التي استمرت ما لا يقل عن مليار سنة حتى تمكنت من اتمام العملية الحاسمة لتكاثر المتعضيات ولكي تأخذ عملية التطفر دورها الفعال . غير أنه أخيراً بعد أزمنة طويلة متلاحقة وانقراض أعداد كبيرة من أنواع الخلايا ، التي لم تتمكن من التكيف بما فيه الكفاية ، نشأ توازن جديدة . بعد أربع مليارات سنة من نشوء الأرض أصبح مؤكداً أن الحياة قد ثبتت أقدامها نهائياً على هذا الكوكب .

تكاثرت في بحار الأرض أعداد كبيرة لا حصر لها من وحدات الخلية الدقيقة ، التي يشكل كل منها متعضية حية ذات قدرات كبيرة عالية التخصص . كانت الجسيمات الحضر تعمل على أن لا ينفذ الغذاء أبداً بعد الآن . أما الجسيمات الكوندرية فقد وفرت الإمكانية لاستخدام الاوكسجين ، الذي أنتجته الحياة نفسها ، كمصدر للطاقة تبين أن مردوديته تتجاوز كل ما وجد حتى الآن مما فتح الطريق أمام انجازات بيولوجية كبيرة تجعل كل ما سبقها أمراً باهتاً هزياً . كما حققت الآلة المكتملة لانقسام الخلية النقل المضمون لـ «الخبرات» ، المكتسبة خلال مليارات السنين ، في هيئة أشكال مختلفة من التكيف الى الأجيال اللاحقة .

غير أن الشروط الفيزيائية - الكيميائية على سطح الأرض حالت ، من ناحية أخرى ، دون حصول هذا الانقسام الخلوي ، وبالتالي تضاعف جزئيات د ن س ، بلا أخطاء . كما أن الأشعة المتحررة من تفكك العناصر المشعة الطبيعية الموجودة في القشرة الأرضية وكذلك أيضاً الأشعة الكونية (وقبل كل شيء الأشعة القادمة من المجرة والمسلة الأشعة العليا) أدت الى حصول «تغيرات» طفيفة وقليلة في جزئيات د ن س في نوى الخلايا . بذلك تغير معنى الرسالة ، التي يتوجب على هذه الجزئيات نقلها ، بمقادير قليلة ولكنها اعتبارية . هكذا نشأت «الطفرات» ومعها من خلال لعبة متبادلة مع المحيط حصلت عملية التطور البيولوجي .

في المحيط أيضاً حصل تسهيل هام قلعت به الحياة نفسها أدى الى توسيع حاسم لإطار الامكانيات المستقبلية الذي أصبح اعتباراً من الآن يشمل فعلاً كامل الكرة الأرضية . يتعلق هذا التسهيل أيضاً بالاكسجين ، الذي كان تركيزه في الغلاف الجوي الأرضي في هذه الحقبة التي مضى عليها حوالي مليار سنة لم يزل أقل مما هو عليه اليوم بمقدار كبير . رغم ذلك فلم يكن لهذا العنصر آنذاك أهمية كمصدر جديد للطاقة وحسب بل كان مهماً أيضاً كمظلة واقية . حتى ذلك الوقت كانت الحياة تنحصر في طبقة ضيقة من مياه المحيطات .

كانت قوة الأشعة الشمسية في الأحياق التي تزيد عن ٥٠ أو ١٠٠ متراً لم تعد كافية لنشاطات تلك الخلايا في مجال التركيب الضوئي ، تلك النشاطات التي لم تكن بأي حال قد نضجت بصورة كاملة . كما أن تلك الخلايا الحساسة لم تكن تستطيع الاقتراب إلى أكثر من ١٠ أو ٥ أمتار من سطح الماء بسبب القوة التثقيكية للأشعة فوق البنفسجية . هذا الأمر تغير الآن جذرياً ، بسبب الفعالية العالية للأكسجين كمصفاة للأشعة فوق البنفسجية . كانت تكفي كميات ضئيلة من هذا الغاز الجديد لتخفيض خطر هذه الأشعة الخطيرة تخفيضاً كبيراً . لقد أصبح الآن فعلاً لأول مرة كامل سطح الكرة الأرضية تحت تصرف الحياة ، ليس فقط سطح المياه وإنما فوق ذلك المساحات الشاسعة من اليابسة - غير أن هذه الامكانية ظلت ، لأسباب مختلفة ، نظرية ٥٠٠ مليون سنة أخرى .

إذا أردنا أن نلخص ما ذكرناه بوضع كلمات فإننا نقول ان كل هذه الأمور أعطت هذه الحقبة صورة الوضع المتناسك الهادئ . كانت الحياة قد ثبتت أقدامها ونظمت «علاقاتها» وجعلت من الأرض وطناً لها وأصبحت منذ الآن جزءاً لا يتجزأ من كوكبنا . إن أكثر ما يدهش ، بناء على هذا الوضع وبغض النظر عن جميع العوائق التي تم تجاوزها ، هو ليس التمكن من الوصول إلى هذه النقطة وإنما الحقيقة بأن الأمور لم تقف عند هذا الحد .

لقد سبق وأبدينا تعجبنا من هذا الأمر في نقطة أخرى مبكرة جداً من تاريخ التطور . كان هذا في الموقع الذي لاحظنا فيه أن ذرات الهيدروجين المنتشرة في الفضاء الكوني والتي تجمعت بفعل تجاذبها المتبادل في غيوم كونية لم تكف ببساطة كتيبة لضغطها الداخلي بنشوء النجوم الساخنة وتوجهها بل نشأت آنذاك في مراكز النجوم ظروف أدت بالضرورة في البدء إلى تجمع ذرات متفرقة من الهيدروجين إلى بعضها البعض ثم إلى تشكل نوى ذرية أثقل وأثقل حيث نشأ شيئاً فشيئاً عدد من العناصر تمتلك خواص وإمكانات لم تكن موجودة في الكون من قبل .

نود هنا عند هذه النقطة أن نكرر مرة ثانية أنه لا يوجد جواب على السؤال ، لماذا لم يقتصر تاريخ الكون حتى نهاية الأزمان على تاريخ نشوء وتحطم أجيال متجددة باستمرار من النجوم المكونة من الهيدروجين يتكرر أبدي لا ينتهي . لن نعرف سبباً لذلك أبداً . إذ أن تطور الأمور باتجاه آخر ، بأن نشأت عناصر جديدة أخرى فتحت أمام التطور أفاقاً جديدة لا متوقمة ، يعود إلى قدرات التحول الموجودة لدى العنصر البدئي الأول الهيدروجين . أما مصدر الهيدروجين وأسباب خصائصه المتميزة فإنها تقع بالنسبة لنا وراء البدء حيث لا نستطيع علوئنا أن نطرح أية تساؤلات مجدية .

لما يتصف الهيدروجين بهذه الخصائص المتميزة ولماذا نشأ وكيف جاء إلى عالمنا ؟ هذه الأسئلة لا يوجد لها جواب علمي كما لا يوجد جواب للسؤال حول مصدر الزمان أو أسباب القوانين الطبيعية . هنا نواجه ، مهما كررنا هذا القول لن نكرره بما فيه الكفاية ، نقطة ملموسة ، نواجه حقيقة لا جدال فيها وهي أن عالمنا ، أي المجال الذي نستطيع أن ندرك فيه ونطرح التساؤلات العلمية لا يشمل كل ما هو موجود . غير أن انتشار حكم مسبق غير قابل ، كما يبدو ، للاندثار يوغنا على التكرار والإشارة بالسبابة

المرفوعة^(٩) الى أن العلوم الطبيعية الحديثة هي التي تعطينا الضمان بأن الأمور هي على هذه الحال . ان ما نطلبه أو نفترضه الفلسفة والميتافيزيقيا تقوم العلوم الطبيعية بتقريبه اليها بحيث يلامس أنوفنا . هناك مرحلة أخرى انتهزنا على ضوءها الفرصة لأن نتعجب من أن التطور لم يتوقف . كانت هذه هي الخطوة التي تكرر معها مرة أخرى على مستوى أعلى ما وجدناه لدى ذرة الهيدروجين من خصائص دفعتنا الى الدهول : إن العناصر الجديدة التي تشكلت شيئاً فشيئاً لم تكن الكون بواحد وتسعين عنصراً آخر يمتلك كل منها خواص جديدة متميزة وحسب بل إن هذه العناصر برهنت على أنها قادرة على الاتحاد مع بعضها البعض ومع الهيدروجين ، الذي انحدرت جميعها منه ، في روابط شديدة الاختلاف والتنوع لا حصر لها ولم تزل تتشكل حتى يومنا هذا . هذا أيضاً لم يكن ضرورياً ولا منظوراً مسبقاً (أي غير قابل للتفسير) . أما أن تكون الأمور قد حصلت هكذا فهذا أمر ينتسب الى الحقائق التي يتوجب علينا قبولها دون تفسير .

في المرحلة اللاحقة تسلسلياً حصل بعدئذ الاتحاد التعاوني بين خلايا بدئية مختلفة الاختصاصات . لقد سبق وتحدثنا عنه تفصيلاً ، لأنه ذو أهمية حاسمة لكل ما يتبعه ، ولذلك لنا بحاجة الى شرحه مرة اخرى . عند وضع هذا التعاون في الإطار الذي نتحدث عنه يمكن وصفه أيضاً بالقول : يبدو أن هناك مبدأ يجلس وراء عجلة القيادة يتقدم التطور تحت سلطته بأن يكرر عند كل مرحلة جديدة من التنظيم ، منطقاً من المعطيات والامكانيات الجديدة المتوفرة ، نفس الخطوات السابقة التي كانت قد أثبتت نجاحها . أكرر أن هذا القول لا يميز فهمه على أنه «تفسير» بل إنني أحاول بهذه الصياغة أن أصف بصورة أكثر وضوحاً ما حصل آنذاك فعلاً .

بطريقة مشابهة لما كان عليه الأمر في تلك الحالات القديمة حصلت الأمور أيضاً في حفة تماسك الحياة الأرضية التي وصلنا اليها الآن والتي تعود الى ما قبل حوالي مليار سنة من وقتنا الحاضر . كانت المحيطات ممتلئة بالحياة الدوائية ، بوحدات الخلية التي كان تنظيمها المعقد يعبر عن الذروة التي بلغها التطور الآن . كانت الحياة والمحيط ، بعد عدد لا حصر له من الأزمات ، قد توصلتا أخيراً الى الهدوء بعد أن تكيفتا مع بعضهما البعض بصورة مناسبة عمقتين توازنًا منسجماً . ما هو الشيء الذي حال دون امكانية ان تبقى الأمور على هذه الحال ؟ أي سبب يمكن أن يُقدّم ، أيضاً اليوم لاحقاً بعد أن أصبحنا نعرف كل ما حصل بعد تلك الحالة ، للدعاء بأن الأمور آنذاك كانت ستتابع مسيرها بالضرورة ، وبأن التطور لم يكن يستطيع التوقف أي بأنه كان يتوجب عليه ان يتخلل عن كل ما حققه من انجازات وقدرات تكيفية عبر نضال مرير استهلك قدراً هائلاً من الزمن والجهد ؟

ما من أحد يستطيع الإجابة على هذا السؤال . الشيء الوحيد الذي نعرفه هو الحقيقة التاريخية بأنه قد تكرر آنذاك ما كان قد حصل مراراً قبل ذلك : لقد أغنت الخلايا المعقدة ، التي أصبحت موجودة

(٩) إشارة الى رد فعل اينشتاين عندما طلب منه تقديم برهان على أفكاره النظرية حيث بلل سبابه بلمابه وقال : إنني أحس به كما أحس بريد سياتي . - المترجم .

الآن ، المشاهد الأرضية ليس فقط مبدأ جديد (وهو ظاهرة البنى المادية التي تقوم بالتمثل المعصري ولديها اختصاصات متعددة) وإنما هيأت ، فوق ذلك ، قفزة جديدة للتطور بأن أظهرت مرة أخرى قدرتها على الاتحاد مع بعضها البعض .

كانت المحصلة لهذه المرحلة من التطور تكمن في نشوء الكائنات الحية الأولى المتعددة الخلايا . كيف حصل هذا وما هي الامكانات الهائلة الجديدة ، بالنسبة لكل ما هو حي ، التي جلبتها معها هذه الخطوة ؛ هذه أمور لم يعد من الصعب وصفها . غير أن سهولة وصفها لا تنقص من روعتها وإبداعها . وهي لم تصبح قابلة للفهم إلا عندما ننطلق من كل ما تحقق حتى الآن على أنه معطيات قائمة . من السهل طبعاً متابعة اللعب بما أصبح متوفراً من «مواد» . لكننا يجب أن لا ننسى لحظة واحدة التاريخ الطويل الرائع الذي خلفته وراءها هذه المواد .

إن عملية الانتقال من وحدات الخلية إلى كثرات الخلايا ، التي تعتبر حاسمة في تاريخ الحياة الأرضية ، تصبح سيرة على الفهم في اللحظة التي يتضح لنا فيها أن مفهوم «الاتحاد» يجب أن لا يفهم هنا بالمعنى الحرفي للكلمة . إن كثرات الخلايا الأولى لم تكن ، على أغلب الاحتمالات ، نتيجة لاتحاد خُرَفي بين عدة خلايا منفردة موجودة مسبقاً . . ينطبق هذا القول أيضاً على جميع كثرات الخلايا الناشئة خلال كامل تاريخ الأرض حتى وقتنا الحاضر . ما من كائن حي أعلى ينشأ بهذه الطريقة . تنشأ الكائنات الأعلى ، كما نعرف جيداً ، عن طريق انقسام خلية أساسية عددة نسبيها عادة «البويضة» (أو الخلية الأم ، أو الخلية البذرة ، أو البذرة) بشكل أن الخلايا الناقصة عن الانقسام المتتالي لهذه الخلية الأم لم تعد ، كما كان يحصل لدى وحدات الخلية عبر مليارات السنين ، تنفصل عن بعضها البعض . تشير جميع الدلائل إلى أن نشوء متعددات الخلايا البدائية الأولى قبل حوالي مليار سنة من الآن قد حصل بهذه الطريقة .

أحد البراهين الدالة على ذلك هو أن بعض المتعضيات لم تزال حتى اليوم تحتفظ بهذه الطريقة الانتقالية . نذكر من هذه المتعضيات : البكتيريات وبعض الأشنيات البدائية التي لم تزال تشبه الخلايا البدئية القديمة المعقدة النواة ، وعدداً كبيراً من الأنواع المختلفة لوحيدات الخلية العالية التطور التي تمسكت بطريقة الحياة القديمة ، ومتعضيات بدائية توقف تطورها عند مستوى هذه المرحلة الانتقالية (التي يجب أن تكون قد استمرت عدة عشرات من ملايين السنين) .

لقد قامت الحموض النووية د ن س الموجودة في نوى الخلايا بالتخزين الأمين لما تحقق ونقلته بأمانة وحذر عبر تتابع الأجيال الطويل الممتد حتى يومنا هذا . أما سلسلة الطفرات التي كان من الممكن أن تؤدي إلى متعدد الخلايا فلم تحصل لسبب أو لآخر . بالنسبة للبيولوجي يعتبر هذا الوضع مدعاة للإمتنان ، لأن «مستحاثات حية» من هذا النوع تعطينه فرصة رائعة لدراسة أشكال الحياة القديمة .

أحد الأمثلة المحيية للعلماء في هذا المجال هو كثير خلايا مجهري يسمونه «باندورينا» . غير أن صاحب هذا الاسم الموسيقي هو ، بغض النظر عن أنه مكون من عدة خلايا ، ليس متعدد خلايا «حقيقياً» . هذه الصموية بالذات تجعل من باندورينا موضوعاً مهماً للباحثين . نستطيع ان نعتبره

مستعمرة خلوية لم تصل بعد إلى مستوى «الفرد» في التركيب الواحد المتناسك . يتألف باندورينا من ١٦ خلية أشنية - خضراء نشأت عن الانقسام المتعدد خلوية واحدة . غير أن الغلاف الطري لهذه الخلية الأساسية لا يتحطم بل يبقى موجوداً ليضم جميع الخلايا البنات الست عشرة مشكلاً منها جسماً كروي الشكل .

إن ما يعطي هذا الجسم طابع المستعمرة هو عدم وجود التنظيم الهرمي وعدم وجود تقسيم للعمل بين الخلايا المنفردة . صحيح أن المدييات الحركية لهذا الكائن تحقق في جميع الاتجاهات باقناع جماعي موحد بشكل أنه يستطيع أن يتحرك في الماء بصورة منظمة ومنسقة ، غير أن جميع الخلايا الست عشرة لم تزل تتمتع بنفس الحقوق . كل منها تستطيع أن تفعل كل ما تستطيع فعله أختواتها . وقبل كل شيء لا يوجد ما يشير إلى أن جميع الخلايا تعتمد في نموها على بعضها البعض بالطريقة التي نجدها لدى الأفراد الحقيقية التي لا تقبل التجزئة . إذا ما قام المرء بفصلها عن بعضها البعض تحت المجهر فإن خلايا باندورينا المنفردة تتابع حياتها بأن تشكل كل منها لوحدها مستعمرة جديدة .

تتكاثر باندورينا في الحالة العادية أيضاً بانقسام جميع خلاياها بحيث تتحول المستعمرة الأم وبدون بقية إلى ١٦ مستعمرة جديدة . إن ما يشير إلى أن الأمر هنا يعبر عن الخطوة الأولى بإتجاه التعدد الخلوي هو أن المستعمرة تتألف دائماً من ١٦ خلية (وليس أبداً من ٨ أو ٣٢) . أي أن عدد الانقسامات مفروض مسبقاً ولمزم لجميع الخلايا المشاركة .

غير أن البرهان على أن مستعمرة الأشنيات الصغيرة تمثل الخطوة الأولى على طريق التعدد الخلوي يتضح قبل كل شيء من الحقيقة بأن باندورينا قريات تقوم بالراحل التابعة للخطوات التالية على نفس الطول . لقد حفظت الطبيعة هنا مجرى عملية الانتقال من وحيد الخلية إلى الفرد المؤلف من كثير من الخلايا على هيئة صور منفردة متلاحقة كما على شريط سينمائي (فيلم) .

تمثل «ايدورينا» المرحلة التالية من الشريط (الفيلم) . هنا تتجمع ٣٢ خلية لتشكيل المستعمرة . حتى أنه يوجد لدى بعض الأنواع مقدمات لمحور جسمي معين : بحيث يحصل التحرك دائماً في نفس إتجاه الجسم . لذلك فإن الخلايا الموجودة في هذا الإتجاه ، أي في الأمام ، تكون أصغر قليلاً . من ناحية أخرى فإن «النقط البصرية» (بدايات أولية لتشكيل العيون) أكثر وضوحاً لدى الخلايا الأمامية منها لدى الخلايا الخلفية ، التي ليس لها دور كبير في عملية التوجه . هذا هو كل ما لدى ايدورينا من تقسيم للعمل . في هذه المستعمرة أيضاً تستطيع مبدئياً كل خلية أن تفعل كل شيء .

أما الفرد المتعدد الخلايا الحقيقي الأول الذي يظهر على هذا السلم التدرج هو «فولفوكس» المشهور . فولفوكس هو إنحاد مؤلف من مائة ، لا بل غالباً من عدة آلاف من الخلايا الأشنية المكتسية بأهداب حركية تصطف بسبب نشوئها من انقسام نفس الخلية الأم مشكلة كرة مجوفة كبيرة نسبياً يمكن رؤيتها بالعين المجردة كنقطة صغيرة خضراء . للحظة الأولى يدعو التناظر غير الدقيق لهذه الكرة الأشنية إلى الاعتقاد بأن صلاحها لأن تكون فرداً مستقلاً حقيقياً ، أي متعضية حقيقية كثيرة الخلايا ، هو أقل من صلاح باندورينا أو ايدورينا . لكن المظهر خداع . إن فولفوكس هو من جميع النواحي وحيد خلية

حقيقي ، وهو أول مثال على طراز المتعضيات في المرتبة التالية الأعلى من مراتب التطور .
على الرغم من شكله الكروي تقريباً فإنه يوجد لدى فولفوكس توجه جسمي واضح : عند
السباحة يتجه دائماً نفس القطب نحو الأمام . كما ان النقط البصرية للخلايا التي تشكل هذا القطب هي
أوضح تشكلاً عما هو الحال لدى بقية الخلايا وعلى الأخص لدى الخلايا الموجودة في النصف الخلفي من
الكرة . أما الهديبات الحركية لجميع آلاف الخلايا ، التي يتألف منها فولفوكس ، فإنها تخفق جميعها بإيقاع
منظم منسجم . لتحقيق هذا الانسجام يوجد خيط رفيع يربط بين جميع الخلايا هو عبارة عن حبال
بروتينية رفيعة تبقى عند انقسام الخلية الأم متاسكة لا تنقطع . يجب ان ننطلق من أن الإثارة اللازمة
لتحقيق الإيقاع المنسجم تمر عبر هذه الحبال جيئة وذهاباً .

غير أن الأمر الحاسم في إطلاق الحكم ، أي في تصنيف هذا الكائن هو قبل كل شيء الحقيقة بأنه
يوجد تقسيم واضح للعمل بين الخلايا المختلفة . وهو أكثر بروزاً فيما يتعلق بالوظيفة البيولوجية
الأساسية : التكاثر . لأول مرة نجد لدى فولفوكس انه لم تعد كل خلية تستطيع ان تنقسم كما تشاء . لم
تعد هذه الامكانية متوفرة إلا لعدد قليل من الخلايا الموجودة في النهاية الخلفية لسطح الكرة . هذه الحقيقة
تجعل من جميع خلايا فولفوكس الكثيرة الأخرى «خلايا جسمية» . بهذا الوضع تواجهنا في هذا المثل
الأول للفرد المركب الموحد لأول مرة في تاريخ التطور ظاهرة الموت .

من الطبيعي أن الموت قد وُجد قبلاً أيضاً ؛ لقد ظهر في نفس الوقت مع الحياة . مهما كان وقع
هذا في اللحظة الأولى عزتاً : لو كان الأمر على غير هذه الحال لأصبح العيش على الأرض غير محمول منذ
مليارات السنين . من السهل جداً تعليل ذلك . تستطيع بكتيريا واحدة ، إذا ما انقسمت فقط كل ٣٠
دقيقة مرة واحدة ، أن تخلف نظرياً خلال ٢٤ ساعة ما يزيد عن ٢٠٠ بليون بكتيريا . (يتناسى الناس
غالباً النتائج الكبيرة التي تؤدي إليها سلسلة حسابية من النوع ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ ، الخ ... والتي
تبدو للوهلة الأولى بمتتهى البساطة) .

من حسن الحظ أن هذا الأمر لم يحصل أبداً . إنه ببساطة لا يوجد المكان الكافي لهذا التكاثر
اللا محدود . ومن البديهي ان البكتيريات تموت أيضاً . غير أن موتها هو ، كما هو الأمر لدى جميع
وحيدات الخلية الأخرى ، إلى حد ما «موت بحدوث» . إن وحيدات الخلية لا تهرم ولا تموت لأسباب
داخلية . إنها كما يقول البيولوجيون «كمونياً» لا تموت . عندما تتكاثر بالانقسام يشكل كل نصف من
النصفين الناحيتين خلية وخيدة «فتية» لا تنتج «جثة» .

يختلف الأمر لأول مرة عند فولفوكس . إنه أول متعدد خلايا أصلي يقدم تاريخاً ويخلف أول جثة .
عندما يتكاثر فولفوكس تبدأ «الجنسية» الموجودة في منطقة القطب الخلفي ، وهي الوحدة القادرة
على ذلك ، بالانقسام . عندئذ تنفصل عن السطح وتسقط في الجوف الفارغ من الكرة حيث تنمو هناك
مشكلة كرات فولفوكس جديدة . ثم تمكين بعدئذ من الانطلاق إلى الحرية عن طريق انفجار الكرة الأم
وموتها .

هنا أصبحت فقط خلايا التكاثر هي التي لا تموت . أما الخلايا الباقية فلم تعد تشكل سوى

«جسم» قادر على الحياة لفترة محدودة . وعلى هذه الصورة بقيت الأمور في ملكة كثيرات الخلايا حتى يومنا هذا وهكذا هي أيضاً في ملكتنا البشرية . من بين الخلايا الكثيرة اللاحصر لها التي يتألف منها جسمنا تعتبر فقط الخلايا التناسلية على أنها (كمونياً على الأقل) لا تفتى . عملياً لم تعد تتحقق هذه الامكانية أيضاً إلا لعدد ضئيل جداً منها هو الذي يتمكن من الاتحاد مع خلية تناسلية للجنس الآخر لكي يبنيا حولها «جسماً» جديداً .

من منظور المرحلة التطورية التي وصلنا في وصفنا إليها الآن يمكن أن يتولد لدى المرء الانطباع ان جسم المتعضية المركبة من كثير من الخلايا ، بما في ذلك جسمنا البشري ، هو في الأساس ليس سوى نوع من «التغليف» . إنه غلاف مؤقت للمادة الحقيقية المقيدة : الخلية التناسلية (البذرة) التي لا تموت والتي يتوجب عليه حفظها والمحافظة عليها ومتابعة نقلها سليمة من جيل إلى جيل . وكان جسمنا ما هو إلا أداة صنعت لكي تؤمن الحماية لهذه الخلية البذرة ولكي تمنحها الفرصة والوقت لكي تنقسم .

يستطيع المرء أن يوتر هذه الفكرة إلى أبعد من ذلك . يستطيع ان يضع التخمينات حول ما إذا كان لجسمنا ربما في نهاية الأمر مهمة واحدة وحيدة وهي أنه ، نظراً لمقدار النجاح الذي تمكن بواسطته أن يثبت ويفرض نفسه بيولوجياً في محيطه ، ليس سوى نوع من جهاز للتلمس أو التحسس موضوع تحت تصرف الخلية البذرة ، أو بتعبير أدق ، في خدمة الحمض النووي د ن س الموجود فيها ، تفحص بواسطته هذه الخلية مدى هادفة الطفرات التي تحصل ، أي مدى انسجامها مع الهدف الذي تبتنيه .

لكن أي معنى يريد المرء أن يعطي بعدئذ أيضاً لمفهوم «الهادفة البيولوجية» ؟ كيف يمكن أن تبت الهادفة هادفتها إلا بزيادة النجاح للمتعضية المتكيفة مع محيطها ؟ بهذا الشكل يصبح إذن الكون الصغير (حموض د ن س) هو الذي يجدم هنا الكون الكبير (المتعضية) وليس العكس . لذلك فإن تخمينات من هذا النوع يمكن ان تكون مسلية لكنها تحتوي على شيء لا يلقى غالباً أي اهتمام . رغم ذلك لا يجوز أن نغفل عن أن جميع هذه التأملات هي وحيدة الجانب لأنها تتطلق من أفق محدود ، من منظور ضيق لخطوة وحيدة من خطوات التطور أخذت كيفياً من كامل مساره الطويل .

هكذا نجد أن مزايا التعدد الخلوي لم تكن بمكنة بيولوجياً إلا مقابل ثمن باهظ هو العمر المحدود . هذا وحده يتيح الاستنتاج بأن هذه المزايا يجب ان تكون كبيرة . أبسط مزية يستطيع الكائن الحي المتعدد الخلايا أن يحققها هي بالطبع ببساطة انه يستطيع - بالمقارنة مع وحيد الخلية - أن يزيد حجم جسمه كما يشاء تقريباً . لا يحتاج المرء إلا أن يكون قد رأى مرة واحدة حشرة صغيرة تتخطى لا حول لها ولا قوة على سطح قطرة من الماء لكي يعترف أن الحجم الجسمي بحد ذاته يمكن أن يشكل مزية كبيرة في هذا العالم من كثافة السطوح . من البديهي أن هذا يصبح أيضاً لأسباب أخرى كثيرة . إذا كان المثل القائل «والكبار يأكلون الصغار» لا ينطبق على الطبيعة بلا استثناء فإننا نستطيع عموماً على الأقل أن نعتبر أن الكبار بدورهم في منجى نسبياً من أن يأكلهم الصغار .

غير أن الامكانيات الأكثر أهمية وغنى التي جلبها معه الانتقال التطوري من الكائنات الوحيدة الخلية إلى الكائنات المتعددة الخلايا نتجت عن مبدأ تقسيم العمل بين الخلايا المختلفة التي يتألف منها هذا

الكائن المركب . تظهر المقدمات الأولية لهذا المبدأ لدى فولفوكس . أما إمكاناته الواسعة التي تحققت خلال عملية التطور فتظهر لنا فور إلقاء نظرة عابرة على بعض أنواع الخلايا التي تتألف منها أجسامنا . كيف تتمكن خلية واحدة من إنتاج هذا العدد الكبير من الخلايا المختلفة (المتيزة) عن طريق الانقسام ؛ هذا سؤال لم يلق جواباً علمياً بعد . كل ما يتوفر لدينا الآن هو بعض المقدمات الأولية غير المكتملة .

تكمّن المشكلة في أنه يوجد في نواة كل خلية من خلايا جسمنا ، سواء أكانت خلية من الكلية أو من الغدد أو من الجلد أو خلية عصبية ، بناء على حصول عملية انقسام النواة بدقة هائلة نسخة كاملة غير منقوصة من جزيئات د ن س («الجينات») التي كانت موجودة في البويضة الملقحة ، التي نشأت عنها هذه الخلايا جميعها . لدى كل خطوة من خطوات الانقسام اللاحصر لها ، التي نشأت بواسطتها هذه الخلايا شيئاً فشيئاً ، تتضاعف جزيئات د ن س بدقة تامة وتوزع في كل مرة بالتساوي على كلا النصفين الناتجين عن الانقسام . لذلك فإن كل خلية من خلايا جسمنا تحتوي على «معلومات» أكثر مما تحتاج لإنجاز مهمتها الخاصة . كل خلية تحتوي على مخطط بناء متكامل غير منقوص لكامل جسمنا . فقط لهذا السبب استطاع متنبئو المستقبل من علماء الأحياء الجزئية الحديثين أن يتوصلوا في السنين الأخيرة إلى الحاطرة بأنه من الناحية المبدأية يجب أن يكون ممكناً أن نبعث (نشكّل) إنساناً من خلية واحدة (من أية خلية) من خلايا جسمه . أي أنه يجب أن يكون ممكناً بهذه الطريقة أن نتجج لكل منا «لاحقاً» أخاً توأماً أو «نسخة ثانية طبق الأصل» . أدت هذه الحاطرة بعدئذ إلى تخمينات أبعد حول ما إذا كان البشر في المستقبل قد يأخذون خلايا من الجلد ويحفظونها في درجات حرارة منخفضة لكي يتجروا منها ، في حالة الموت المفاجيء بحادث أو ما شابه ، حل الأقل «نسخة ثانية» من الشخص المتوفي .

من الطبيعي أن هذه الفكرة (بعض النظر عما إذا كان تحقيقها مرغوباً) ستبقى حتى إشعار آخر مجرد تصور خيالي . يعود السبب في ذلك ليس فقط إلى أن تشكل الجنين البشري خارج رحم الأم لم يصبح ممكناً بعد . بل تتعلق الصعوبات الأكبر هنا في المسائل المتعلقة بمشكلة «التميز» التي ذكرناها سابقاً . لننظر إلى حالة الخلية التي أصبحت «خلية كبدية» . إنها تنشأ في وقت ما في الجنين عن طريق انقسام خلية غير متخصصة بعد . هي أيضاً تحتوي على كامل مخطط بناء التعصية ، التي تشكل جزءاً منها . لكنها هي بعد ذاتها لا تبالي ولا تعطي أي إهتمام للتفاصيل الكثيرة المعقدة التي يحتويها مخطط البناء بل تهتم حصراً بالمقطع الجزئي الصغير منه الذي يحتوي تعليمات حول مظهر ووظيفة الخلية الكبدية . أي أن الخلية لا يحق لها خلال نموها بعد الانقسام أن «تقرأ» أو تتجاوب إلا مع المقطع الصغير . يتوجب عليها أن تتجاهل جميع التعليمات الأخرى التي يحتويها المخطط .

حسب المعارف المتوفرة لدينا الآن تحصل الأمور في الواقع العملي فعلاً بهذه الطريقة . حيث أن جميع جزيئات د ن س الكثيرة ، التي تشكل مجتمعة مخطط البناء ، تكون مصطفة كجينات (كمورثات) بجانب بعضها البعض مشكلة في نواة الخلية ما يسمى الكروموزومات (العصبقات الوراثية) . وفي بعض الحالات يستطيع المرء أن يراقب صبغة وراثية تحت المجهر ويرى آيّا من جيناتها يكون في حالة نشاط وأيّا

منها في حالة مسكون . لدى بعض الحشرات تتورم مرثية الجينات التي تكون في حالة نشاط ، أي التي تكون في صدد إعطاء الأوامر ، بحيث تنتفخ مواقع الكروموزومات ، التي تقم فيها هذه الجينات ، مشكلة تورماً ظاهراً مرثياً أو ما يسمى بوف (من الكلمة الانكليزية بوف = فقاعة) . من هنا أصبح معروفاً أن أغلب جينات الخلية تبقى بلا أي نشاط . في هذه الحالة تكون المعلومات المخزنة مغلقة (تقوم على الأرجح بإقفالها جينات أخرى يسميها البيولوجيون «جينات التعطيل») . لا بل إن هذه الحالة هي الحالة العادية أي الحالة السائلة عموماً . عندما يُنشط أحد الجينات ، أي عندما تدعو الحاجة الى استخدام الرسالة التي يحملها ، عندئذ يتم نزع القفل (تقوم على الأرجح بذلك جينات نوعية أخرى قادرة) . نستطيع الآن أن نلاحظ ، لاحقاً ، أن هذه الطريقة منطقية ومقنعة . إذ من الواضح أن غطط البناء لوحده لا يكفي ، لانه لا يحتوي سوى التنظيم المكاني الانشائي . غير أن ما تحتاجه الخلية فوق ذلك هو التنظيم الزماني أيضاً .

إن أفضل غطط بناء لن يكون مفيداً إذا لم تكن تعرف بالإضافة إليه أين يجب علينا أن نبدأ بالبناء ومنى وبأي تسلسل يجب تنفيذ الأجزاء التصيلية من المخطط . تعتبر هذه الأمور عند بناء المساكن بديهية . يجب البدء أولاً بالأساسات ولا يمكن بناء السقف إلا بعد إنجاز الأعمدة التي يستند عليها . كما لا يجوز القيام بعملية الطينة إلا بعد وضع الأنابيب التي مستمر فيها الأسلاك الكهربائية . لكي ننفذ أي مبنى لا نحتاج إلى التنفيذ بالمخطط المكاني الإنشائي وحسب وإنما أيضاً بالمخطط الزمني أي بتسلسل الخطوات المنفردة الكثيرة التي ينشأ عنها المبنى .

تنطبق هذه الشروط على مباني الطبيعة أيضاً وبالتالي على الخلية المنفردة . أما كيف يتحقق هذا التنظيم الزمني هنا فلا نعرف سوى القليل . من الذي يقول للخلية متى وأية مخططات تفصيلية عليها أن تقرأ وأية مخططات عليها أن تدع جانباً مؤقتاً ؛ هذه أمور لم يكتشفها البيولوجيون بعد . كيف تتم عملية تعطيل بعض الجينات في اللحظة المناسبة وبالتسلسل الصحيح ، من الذي ينشط أو يعطل جينات التعطيل ؛ كل هذه الأمور لم تزل في الظلام القاتم . (يبدو أن مستوى البناء الذي يتم الوصول إليه في خطوة هو الذي يفتح الطريق أمام الخطوة التالية بطريقة لم يتمكن أحد من اكتشافها بعد) .

الشيء الثابت على أي حال هو أن توجيه النشاطات المرتبة بدقة مكانياً وزمانياً بهذه الطريقة يشغل ويعطل الجينات حسب الحاجة وأن «تمايز» الخلية يتم بهذه الطريقة . عندما يتوجب على خلية أن تصبح خلية كبدية تشغل ببساطة فقط الجينات (بالتسلسل الصحيح) اللازمة لتحقيق هذا الجزء من غطط البناء . أما جميع الجينات الأخرى فتبقى طيلة عمر الخلية مغلقة (معطلة) . (لست بحاجة لأن أشير مرة أخرى إلى المشاكل الكثيرة الغامضة التي تختبئ خلف كلمة «ببساطة» التي ذكرتها لتوي) .

إن المعرفة التي لا جدال فيها ، بأن يوجد في كل خلية من خلايا جلدنا المعلومات الوراثية حول جسمنا بكامله ، لا تنفيذ في التطبيق العملي أي شيء على الإطلاق . لكي يتم إنتاج نسخة طبق الأصل لإنسان ما في المختبر انطلاقاً من خلية واحدة ما من خلايا جلده يجب أن يكون للشفر على التجربة قادراً على فك أقفال جميع الجينات التي تحتويها هذه الخلية (وهي تبلغ لدى الإنسان عدة ملايين على الأقل) وأن يتمكن

من تنفيذ هذا الفك بدقة متناهية وبالتسلسل الزمني الصحيح . هذه مهمة ستبقى بالتأكيد غير قابلة للحل لمدة أجيال قادمة .

أما الطبيعة فهي تعرف المبدأ منذ زمن طويل . لولا هذه المعرفة لما تمكنت من الوصول حتى ولا إلى وحيد الخلية ، لأن تكاثره بالانقسام يتطلب أيضاً الانقسام الدقيق للنواة بما فيها من صبغات وراثية حاملة للجينات ، أي أنه عملية تحتاج إلى دقة فائقة وإلى تنظيم زمني عال سبق وشرحنه في موقع سابق وشبهناه بالنظام المطبق في رقص الباليه .

الآن ، عل مستوى كثير الخلايا ، تحصل الطبيعة بقدرتها على التحكم بعلة مفاتيح الجينات على الإمكانية لأن تجعل الخلايا المنفردة للمتعضية الأعلى تتمتع في تخصصها إلى أقصى الحدود الممكنة بيولوجياً على الإطلاق . إن من يسيطر على علة مفاتيح الجينات ويمجد التحكم بها يستطيع أن يختار من كل خلية الجينات التي يشاء و«يعرف» عليها الوظائف والخصائص التي يحتاجها . أما النتيجة فهي التبايز الخلوي ، أي الحقيقة بأن الخلايا المختلفة لدى الكائن الحي الأعلى تتميز عن بعضها البعض بصورة مذهلة تبعاً للوظيفة التي نشأت لتحقيقها .

على هذا التبايز يقوم التقدم الحاسم الذي يمثل ، في تاريخ الحياة ، القفزة إلى كثير الخلايا . بواسطة مواد البناء المتخصصة بهذه الطريقة يمكن ، لتحقيق وظائف وإنجازات محددة ، بناء أعضاء بمهارة وبدقة لم تكونا معروفتين من قبل . يعود هذا ببساطة إلى أنه من الممكن أن نبني بقطع صغيرة نسبياً أعضاء كبيرة نسبياً بطرق أكثر تعديداً وتنوعاً وأيسر مما كان فعله ممكنًا مع قطعة كبيرة نسبياً في جسد كائن حي كان هو نفسه لا يتألف إلا من خلية واحدة . يصبح هذا هنا كما يصح لدى الفروق في النوعية لمنظر حيث تتعلق جودته بعدد النقط التي يتكون منها . كما أن الصورة المطبوعة في جريدة بطريقة سيئة (عدد قليل نسبياً من النقط الكبيرة نسبياً) تعطي تفاصيل أقل مما تعطي صورة فوتوغرافية على فيلم ملون شديد الحساسية لما يحتويه من الكثير من الحبيبات الملونة المجهرية الصغيرة .

لنتذكر الآن مرة أخرى والنقط البصرية التي لاحظناها لدى وحيدات الخلية . لا يوجد أي مجال للشك في أن هذه النقط الملونة الصغيرة الماصة للضوء ، حتى لو كانت مجرد حبيبات لونية صغيرة ، تؤدي لدى وحيد الخلية من ناحية المبدأ نفس الوظيفة التي تؤديها العيون لدى الكائنات الحية الأعلى . من الطبيعي أننا لا نستطيع مقارنتها بالمعين المعنى الضيق للكلمة ، لأنها لا تستطيع لأسباب فيزيائية بحثه أن تلتقط «صورة» للمحيط ، وهذه مسألة لم يكن لها أي معنى في هذه المرحلة من التطور لأنه لم يكن قد وُجد بعد النظام العصبي المركزي الذي يستطيع أن يفعل شيئاً يمثل هذه الصورة .

غير أن النقط البصرية لدى وحيدات الخلية هي بدون شك «مستقبل للضوء» ولو بالمعنى المتواضع للكلمة لأنها تمتص الضوء الساقط عليها وبالتالي تشكل ظلاً في المتعضية التي تنسب إليها . إنها عضيات تمتص الضوء ثم تعطي إشارات أو إثارات (إشارات أو إثارات لأن الإشارة تصل إلى النقطة التي يتوجب عليها التنفيذ بصيغة «إثارة») ، وإن كانت هذه «الإثارات» ما هي سوى الظل نفسه الذي يسقط على جلد

المهنية الحركية ويؤثر على نشاطها . تتصافر كل هذه الأمور بحيث تعمل كموجّه أوتوماتيكي يجعل وحيد الخلية يسعى إلى ضوء الشمس المفيد بالنسبة له .

كل هذا هو بناء عجيب مجهري صنعه التطور يمكن وحيد الخلية من التعرف على خصائص محيطه فيها يتعلق بالإشارة . حتى لو تمكن بواسطة هذا الجهاز البسيط من مجرد التمييز البدائي بين «مضاء» و«مظلم» فإن الأمر هنا يتعلق بدون شك بالخطوة الأولى بإتجاه الوظيفة الخاصة التي نعتيها عندما نتحدث عن «الرؤية» .

إنه من المهم بالنسبة لتسلسل أفكارنا أن نوضح في هذا الموقع أن الطبيعة كانت قد قامت بالخطوة الأولى إلى الرؤية منذ مرحلة وحيد الخلية ، أي في وقت كان فيه التفكير «بالعيون» بالمعنى الحالي غير وارد على الإطلاق . غير أن تلك البدايات في هذا الإتجاه لم تزد بعيداً إذ لم تتجاوز رد الفعل تجاه الضوء من النوع المذكور مما ساعد على التوجه - لم يتحقق أكثر من ذلك لدى وحيد الخلية . لم تكن المواد المتوفرة كافية لتابعة هذا المبدأ واستكمال بنائه .

أما بعد أن حقق التطور الخطوة التالية التي أدت إلى التعضية الأعلى المؤلفة من عدة خلايا ، عندئذ لم يعد يوجد أي توقف . لقد سارت الأمور كما يجب أن تسير عندما يكون أحد المخترعين قد صمم فكرة وحملها في رأسه زمناً طويلاً ثم حصل فجأة على المواد التي يحتاجها للتمكن من تنفيذ هذه الفكرة عملياً . لم يختلف عن ذلك رد فعل المخترع «تطور» عندما توفرت له في هذه المرحلة من التطور فجأة الامكانية لأن يصنع «جهاز استقبال ضوئي» من عدد كبير من الخلايا المنفردة المتخصصة . بعد ذلك تم الانتقال شيئاً فشيئاً وخطوة خطوة من هذه الحاسة البدائية البسيطة للرؤية إلى عيوننا الحالية . لم تزل توجد حتى يومنا هذا حيوانات على مستويات مختلفة من التطور يمثل كل منها خطوة من هذه الخطوات المتتالية . مهما بدت عيوننا معقدة التركيب فإن الطريق الذي أدى إليها لم يمتد سوى فترة قصيرة نسبياً لم تتجاوز عدداً قليلاً من مئات ملايين السنين . وهذه الفترة أقصر جوهرياً من تلك التي احتاجتها الطبيعة لتصميم وتنفيذ آلية انقسام النواة لدى وحيد الخلية .

هنا نجد أماناً السبب الثاني والأهم للتسارع الكبير الذي سار فيه التطور خلال الستة ألاف سنة الماضية أو الثلاثمائة مليون سنة الأخيرة قياساً على المراحل السابقة . تبدو الأمور هنا وكأن جميع القرارات الجوهريّة كانت قد اتخذت خلال الأحقاب الطويلة الماضية التي سبقت هذه المرحلة . كان زمن البحث والتحضير قد انتهى . كانت المبادئ الأساسية قد طوّرت جميعها وإن كان هذا التطوير لم يزل في بداياته الجنينية . أصبح المطلوب الآن هو فقط استغلال هذه الإمكانيات الجديدة المتوفرة وتحسينها باستمرار .

منصافد لاحقاً مراراً وتكراراً كثيراً من الامثلة التي تؤيد هذه الحالة . نود هنا فقط أن نذكر مرة أخرى بالقناة الناقلة للإشارات (أو للإثارات) الموجودة لدى وحيدات الخلية المحتوية على هدايات حركية . إن حقيقة وجود التنسيق والتوحيد في شدة واتجاه خفقان هذه الهدايات لا يمكن تفسيرها إلا بافتراض وجود رابطة من نوع ما فيما بينها تؤدي إلى هذا الإيقاع الموحد . لم تزل اليوم لا نعرف نوعية هذه الرابطة لأن المجهر الضوئي والمجهر الإلكتروني لا يثبتاننا عن أي شيء في هذا المجال . قد يكون الخط

الناقل للإشارات (أو للإثرات) ، التي تنسق بين الأهداب الحركية ، مؤلف من حبال هولية متخصصة كيميائياً فقط وبالتالي غير مرئية . ولكن كيف كان الشكل الذي سيتخذه حل هذه المشكلة فإنه يبقى مؤكداً أن ما يحصل هنا هو تطبيق لمبدأ لم نصادفه بشكله الناضج إلا لدى الكائنات الحية المتعددة الخلايا : إنه مبدأ نقل الإشارات .

مرة أخرى نلاحظ هنا أن الأمور ليست ، كما نعتقد غالباً بدون مناقشة ، أن الخلية العصبية المتخصصة هي التي حققت لأول مرة نقل الإشارات داخل جسم المتعضية وحقت بالتالي تماسكه وتوجيه وظائفه المختلفة . بل إن العكس هو الصحيح . إذ أن انتقال الإشارات كان موجوداً دائماً منذ القدم . حتى وحيدات الخلية الأكثر بدائية لم تكن بقادرة على العيش لولا وجود التوافق والانسجام بين وظائفها المختلفة . غير أن استغلال الامكانيات الهائلة الكامنة في هذا المبدأ لم يتحقق إلا بوجود الخلايا العصبية التي مكّنت من إنشاء أجهزة اتصال دقيقة ومعقدة لنقل المعلومات داخل جسم المتعضية تشكلت منها لاحقاً ، في وقت متأخر جداً ، منطقة مركزية لإعطاء المعلومات والأوامر ، أي الدماغ .

من هذا المنظور تقدم الأربعية أو الخمسية مليون سنة الأولى من حياة متعددات الخلايا ، أي تاريخ نشوء الأسماك والمحار والسرطانات والأسفنجيات والديدان وغيرها ، (حتى الآن لم يكن يوجد حياة إلا في الماء حصراً !) دائماً أمثلة جديدة على نفس المسألة : وهي أن ما كان يحصل هنا هو استكمال وتحسين للوظائف والانتجازات وطرق السلوك التي كانت قد وُجدت بدايات أو على الأقل مقدمات لها في مرحلة وحيد الخلية . كانت تنشأ بالطبع خلال ذلك «تجديدات» كثيرة التعدد والتنوع . غير أنه في كل حالة منفردة سواء تعلق الأمر بنشوء عضو خاص أو وظيفة خاصة ، فإن البذرة أو البداية أو المقدمة لا بد أن تكون قد وُجدت في سلالة وحيدات الخلايا .

سيميننا الإنهاك إذا ما أردنا وصف التفاصيل في جميع الأمثلة التي ذكرناها . سوف لن تقدم التفاصيل بالنسبة لتسلسل أفكارنا أية وجهات نظر جديدة إذا ما شرحنا الطريق الملموس الذي سارت عليه الأمور في كل حالة لدى الانتقال من وحيد الخلية إلى الأسماك أو السرطانات أو الديدان . إن من يتم بهذه التفاصيل (وهي هامة بما فيه الكفاية) يستطيع أن يقرأها في أي كتاب جيد للبيولوجيا . عندما ننطلق من وجود المواد الأولية المؤلفة من الخلايا المتخصصة الأعلى ونضيف إليها عملية التطور الخلقة المدفوعة بمبادئ التطفر والاصطفاء ، عندئذ لا تبقى أمامنا صعوبات مبدئية لفهم التطور الذي أدى إلى الحيوانات المتنوعة الكثيرة التي نشأت في الماء .

من منا لن يكشف التوازي مع المرحلة الأولى من التطور ، أي تكرار الحالة التي بدأنا بها هذا الكتاب ؟ لقد قلنا هناك أننا عندما ننطلق من وجود الميوديوجين وخصائصه المدهشة ثم من قوانين الطبيعة زائد المكان والزمان عندئذ نستطيع استخلاص التاريخ ، على الأقل بخطوطه العريضة ، الذي جرى منذ بدء الكون وأدى على الأرض إلى نشوء كل شيء حتى إلى نشوئنا أنفسنا . أن يكون هذا ممكناً ؛ هذا ، كما يبدو لي ، هو الاكتشاف المذهل لمصرنا . لذلك شكلت هذه الفكرة الموضوع الرئيسي لهذا الكتاب .

أن تكون بذلك ذرة الهيدروجين قد احتوت منذ البدء كإسكان كل ما نشأ في الماضي وكل ما سينشأ في المستقبل ، هذا هو أهم اكتشاف حققته العلوم الطبيعية الحديثة من ناحية أنها ترغم كلّا منا ، كل من لا يريد أن يخلق ذهنه قسراً أمام هذه الرؤية ، على الاعتراف بالحقيقة بأن لهذا العالم ولتاريخه منشأً بدئياً لا يمكن أن يكون فيه ذاته . في المجال الواقع خلف هذه الحقيقة الوحيدة يبقى كل شخص حراً في أن يكون لنفسه الأفكار التي يريد حول السبب الذي منح ذرة هذا العنصر البسيط (أبسط العناصر) التي نشأت بالنسبة لنا من العدم ، إمكانيات التطور التي شملت وجوده نفسه وشملت قدرته على التفكير بهذه المسألة وشملت الكون بكامله .

** ** **

١٧. الخروج من الماء

لماذا طال الوقت كل هذه المدة حتى استولت الحيلة ، التي كانت قد استقرت بنبات على الأرض منذ زمن طويل ، على كامل سطح هذا الكوكب ؟ لم يمض على احتلال اليابسة سوى أقل من ٥٠٠ مليون سنة . لماذا تأخرت الحيلة في القيام بهذه الخطوة كل هذا الوقت ؟ الجواب على منتهى البساطة : لا يوجد حتى يومنا هذا أية حجة بيولوجية مقنعة يمكن أن تبرهن على أن هذه الخطوة كانت منطقية أو منسجمة مع الهدف . لذلك يجب علينا أن نطرح السؤال بطريقة معكوسة تماماً : كيف يمكن تفسير قيام الحيلة بالقفزة الهائلة الشديدة العواقب التي أخرجتها من الماء ، من مهدا وماوaha الطبيعي ، إلى اليابسة ؟ أن تكون الماء اليوم عنصراً يهدد حياتنا فما هي إلا ظاهرة معبرة عن الجذرية التي كُفِّت فيها الطبيعة مع شروط هي في الأصل غير عادية وغير محتملة وضعت فيها التعضيات الحية بتمريرها للهواء الطلق . إن الانتقال من أحد العناصر إلى الآخر (من الماء إلى الهواء) هو أكثر خطوات التطور التي تحدثن عنها حتى الآن إثارة للتساؤل لأنه لم يقدم ، في اللحظة التي حصل فيها ، أية فائدة أو ميزة بل بالعكس جلب الأخطار والمتاعب .

لو كان يوجد آنذاك مراقب يشاهد المحاولات المجهدة والغنية بالخسائر التي قامت بها الحيلة للخروج من الماء لمُرَّ رأسه مستغرباً . كان الهدف الذي سيحققه هذا المشروع المكلف غير معروف وكان علاوة على ذلك مؤكداً أن هذا التطور الجديد سيحتاج إلى سلسلة من التجهيزات والقدرات البيولوجية الإضافية المعقدة التي لم تكن له حاجة بها حتى الآن على الإطلاق .

تبدأ المشاكل بالوزن الذاتي للجسم . هذه المشكلة لم تكن موجودة في الماء لأن النسبة العالية من الماء التي تحتويها أجسام جميع الكائنات الحية المائية تجعل وزنها النوعي لا يزيد عن الواحد إلا قليلاً . أما الزيادة الضئيلة فيمكن معادلتها بسهولة - بواسطة الفقاعات الهوائية أو تجهيزات أخرى مماثلة . لذلك

يعوم سكان البحار في الماء . حتى أكبر الحيتان يكون في الماء عديم الوزن . أما سكان اليابسة فيستهلكون ، إذا ما ارتفعنا فوق مستوى الديدان والحلزونات والأفاعي ، حتى ٤٠ بالمائة من مجمل طاقة تمثيلهم العضوي لتحقيق الغرض البسيط وحده وهو عمل وزعم الذاتي . إنه فعلاً ليس من السهل إيجاد أي سبب لسير التطور آنذاك في هذا الاتجاه الذي جلب معه هذا الضرر وغيره من الأضرار الأخرى . لذلك لا نستطيع بالتأكيد أن نتحدث هنا عن الهادفة البيولوجية بالمعنى المعروف .

جلب هذا التبدل معه مخاطر وأضراراً أخرى . كان الماء اللّازم حتى الآن كوسط انحلالي لجميع عمليات التمثيل العضوي متوفراً بكميات لا محدودة . أما على اليابسة فقد أصبح شحيحاً . لذلك توجب تطوير تجهيزات معقدة وجديدة نوعياً تتيح التعامل مع المادة التي شحنت فجأة بإقتصادية وحذر لاستهلاك أقل قدر ممكن منها . أضيفت إلى ذلك أهمية الماء كوسط لتخليص الجسم من نفايات التمثيل العضوي ، إذ أن الكائنات المائية تستطيع غسل أجسامها وتنظيفها من الداخل كما تشاء . أما الآن فيجب إيجاد طرق جديدة للتمثيل العضوي تخفف من استهلاك الماء .

إن الكائن الحي الذي ينتقل من الماء إلى اليابسة سوف لن يشعر فجأة بعيبه وزنه الذاتي وحسب وسوف لن يكتشف خطره تعرض جسمه للنشاف ويتعرف لأول مرة على الشعور بالمعش ، بل إنه سيجد نفسه فوق ذلك معرضاً للتأرجحات الحرارية : الفروق الحرارية بين الليل والنهار ثم الفروق الحرارية الأكبر بين الفصول ، التي لم تكن معروفة قبلاً والتي هددت بحصول خلل في عمليات التمثيل العضوي . لقد نسينا نحن البشر بعد أن ابتعدنا عن الماء كل هذه المدة أن هذه المشكلة لم تكن موجودة من قبل ، لأن درجة الحرارة على عمق أمتار قليلة من سطح المحيطات تبلغ + ٤ درجة مئوية وتبقى منتظمة طيلة أوقات السنة . كان هذا الثبات في درجات الحرارة حتى ذاك الوقت مقدمة ضرورية للحياة لا غنى عنها لأن الحرارة ، كما نتذكر ، هي المحرك لجميع التفاعلات الكيميائية . لذلك فإن ثبات الحرارة يعني الضمان بأن جميع التفاعلات الكيميائية ستحصل بسرعة ثابتة وبالتالي قابلة للحساب . والتمثيل العضوي هو في الواقع سلسلة من التفاعلات الكيميائية المنفردة الكثيرة . كم ستزداد الصعوبات للمحافظة على نظام جميع هذه التفاعلات ضمن شروط أعباء تقلبات الحرارة الخارجية !

نستطيع أن نقول بإختصار أن الخروج من الماء لم يكن له أي معنى سوى كأنه مهمة من مهام عنصر الحياة . إن هذا الذي نسميه اليوم احتلال اليابسة كان سيبدو آنذاك لمراقب مُفترض لا عقلانياً بنفس الدرجة التي تبولنا فيها اليوم رغبة كثيرة من الناس بزيارة القمر . إنه يعني التخلي عن الأمان المريح من أجل محيط كان يبدو عند بدء المغامرة على أنه لا يقدم أدنى فرصة للحياة . كانت اليابسة آنذاك عند النظر إليها من الماء تمثل وسطاً غريباً ومعادياً للحياة كما هو الأمر على سطح القمر بالنسبة لنا اليوم . إن التشابه بين الحالتين أكبر مما يبدو لنا للوهلة الأولى . يتعلق الأمر فعلاً في كلا الحالتين بنفس المشكلة : مشكلة البقاء في وسط بيولوجي غريب محي . كما أن تدقيق الحالتين يظهر أنه لم تكن فقط المخاطر والمهام في كلا الحالتين متشابهة وإنما أيضاً الحلول . وهذا يتضح أكثر عندما نلاحظ أن الأمر في الحالة الأولى يتعلق بحل بيولوجي حققه المخترع «تطور» بمساعدة آليتي التطفر والاصطفاء ، بينما نقوم

اليوم بـ «غزو» الفضاء بمساعدة وسائل تقنية يمتدحها عقلنا العلمي .

نصادف هنا مجدداً واحداً من تلك التشابهات أو واحداً من تلك التكرارات لنفس الدافع على درجات تطورية مختلفة سبق وتحدثنا عنها مراراً . ستقوم بشرح ما نود استخلاصه من هذا المثال الجديد في فصل لاحق لأن فهم المسألة سيصبح أسهل بالنسبة لنا بعد أن نكون قد تعرفنا على بعض المقدمات الضرورية . أما هنا فنود أن نوضح بواسطة بعض التفاصيل الملموسة كم هو مدعش عمق التشابهات في هذه الحالة . نحتاج لهذه الغاية مرة أخرى إلى خروج قصير عن الموضوع لكي نتعرف على الطريقة التي يتمكن العلماء بواسطتها اليوم من دراسة التبدلات البيولوجية والاختراعات التي تمكنت الحياة بمساعدتها قبل ٥٠٠ مليون من احتلال اليابسة .

نستطيع ان ننطلق في ذلك من الحيرة الموجودة لدى الداية (القابلة) بأن المولود المكتسي بالشعر بصورة بارزة يكون على الأرجح مولوداً قبل الأوان أي إنه غير مكتمل بعد . هذه الملاحظة صحيحة فعلاً . وهي تعود إلى أن كل جنين بشري يكتسي في حوالي الشهر الرابع من الحمل بفروة حقيقية كثيفة من الشعر غير أن هذه الفروة تختفي ثانية قبل موعد الولادة النظلي . أي معنى يمكن أن يكون لكل هذه الفروة التي لا تبقى موجودة إلا في أثناء فترة التطور في رحم الأم حيث تكون خلالها الحماية ضد البرد غير ضرورية ؟

إن هذه الفروة التي حملناها جميعنا لفترة مؤقتة قبل ولادتنا ما هي إلا «ذكرى» جيناتنا الوراثية عن الوقت الذي مضى عليه بضع عشرات من ملايين السنين حيث كان جنسنا لم يصل بعد إلى مستوى الإنسان وكانت له في الحالة العادية فروة . عندما نتطور خلال أشهر الحمل الطويلة من البويضة الملقحة حتى الطفل القادر على الحياة وتعزف عوامل التمثيل والتنشيط على علبة مفاتيح جيناتنا (أو على فهرس جيناتنا) لكي تمكن نواتج انقسام البويضة الحاصل بتسلسل زمني معقد ومنسق من أن تأخذ الترتيب المكاني الصحيح بشكل تنتج معه جميع أنواع الخلايا الكثيرة المختلفة التي يتألف منها جسمنا . إن هذه العوامل المجهولة التي «تعزف» هذه المعزوقة» تنصرف في أثنائها لتعليم المدرسة الذي يردد قصيدة من الشعر وكلها تذكاً بضطر إلى أن يعود إلى البداية وإلا فلا يستطيع المتابعة على الإطلاق . كذلك هو الأمر عند نشوئنا فلن نضغظ فوراً المفاتيح الجينية التي تعطي المقطع الأخير من المعزوقة ، أي التي تنتج فوراً جسماً بشرياً . وكان هذا الأمر - كما هو الحال عند تعليم المدرسة - لا يتم بنجاح إلا عندما تعزف قبليط بسرعة جميع المقاطع الأخرى . هكذا يحصل الأمر معنا . إننا نمر في هذا الوقت من تطورنا الجيني عبر جميع مخططات البناء الماضية لأسلافنا .

عما لا شك فيه أن هذا لا يحصل بدون فجوات ومع مراعاة جميع التفاصيل الدقيقة وإنما بسطحية وبسرعة . غير أننا على كل حال يكون لنا جميعنا ذنب في الأسابيع الأولى من الحمل ، ذنب يمتدح قبل الولادة بمدة طويلة تاركاً أثراً واضحاً (المصمم) . كما أنه يكون لنا في مرحلة عابرة غلاصم ، وهي تمثل ذكرى من سلسلة أسلافنا التي تؤدي عبر الحالة القرنية ثم عبر نوع من القواصم إلى الحالة البرمائية وأخيراً إلى الجبار الأولى . صحيح ان غلاصم الجنين البشري لا تتشكل إلا بشكل ابتدائي وعابر ولا تتطور إلى

الحد الذي تصبح فيه قادرة على العمل . غير ان ذكرى الجينات في هذا الموقع تعود بعيداً إلى الماضي السحيق لدرجة أن هذه الغلاصم الجينية تكون محاطة بشبكة من الأوعية الدموية الدقيقة التي تقوم لدى سكان البحار بمهمة تخليص الماء المار عبر الغلاصم الأوكسجين الموجود فيه .

هناك ذكرى أخرى توثق تاريخ نشوتنا وهي الموقع الذي تتخذة عيننا في بداية وفي نهاية فترة الحمل . في المقطع الأول من هذه المرحلة التطورية تكونان على جانبي الرأس بما يتناسب مع مراحل تطورية حيوانية قديمة . ثم تستقل بعلتق في وقت لاحق من الفترة الجينية إلى الأمام لكي تمكن الكائنات العليا وعلى الأخص الإنسان من الرؤية القرافية الثلاثية الأبعاد .

من الطبيعي أننا لا نكون في أية لحظة من تطورنا الجيني مثلاً سمكة أو نوع من الزواحف أو حيوان فروي أو ما شابه وإنما نكون انساناً خلال الصبورة . أما أن نكون قد انحدرنا عن أصول حيوانية وأن تكون لنا صلات قرى مع جميع الحيوانات فهذه أمور تبرهن عليها هذه الذكريات لجيناتنا بصورة لا لبس فيها .

لكن مهما كانت هذه الذكريات الجينية لدى الإنسان هامة فهي لا تفيد العلماء بأي شيء لأن التشكلات الأولية هنا سطحية إلى درجة لا يمكن معها تكوين أفكار حول الطريقة التي نفذ بها أسلافنا بيولوجياً الخروج من الماء إلى اليابسة . من حسن الحظ أن هذا الإرغام على التكرار المختصر ، الذي يكرر فيه الفرد خلال نشوئه تاريخ نشوء نوعه بكامله - على الأقل بصيغة أولية - لا يحصل لدى الإنسان وحده . بل يوجد من حسن الحظ بعض الحالات التي لم يزل يحصل فيها حتى اليوم هذا الانتقال من الحياة في الماء إلى الحياة على اليابسة بصورة ملموسة في إطار تطور الفرد الواحد .

أشهر مثال على ذلك هو الضفدع . يقضي هذا الحيوان ، كما نعلم جميعنا ، المرحلة الأولى من حياته كشرغوف سابح في الماء حتى يتحول بعد مدة محددة وراثياً تبلغ حوالي ١٢ إلى ١٥ شهراً إلى ضفدع كامل يعيش في البر . بناء على ذلك فإن كل ضفدع منفرد ينجز خلال سنة واحدة عمليات التحول التي احتاجت الطبيعة لإنتاجها في حينها ما لا يقل عن ٥٠ أوروباً ١٠٠ مليون سنة . بعد أن تكون قد تعلمنا الدرس تسير الأمور بالطبع بصورة أسرع . تمجيد جينات الضفدع تنفيذ المهمة بمهارة عالية إلى درجة أن هذا الحيوان يستطيع أن يعيد أمام أعين العلماء بالحركة السريعة جميع المشاهد التي حصلت آنذاك . إذا ما تتبعنا الخطوات المنفردة لعملية التبدل البيولوجي التي تخوّل هنا أمام أعيننا هذا الحيوان من حيوان مائي إلى حيوان بري ، عندئذ نظهر لنا التشابهات مع التكنولوجيا الفضائية بصورة جلية لأن المشاكل المتشابهة تقود إلى حلول متشابهة بغض النظر عن المجال الذي تتعلق فيه .

يكمّن أحد هذه الحلول بصورة واضحة في أن المسافر يأخذ معه ، بقدر ما هو ممكن ، الشروط البيولوجية الضرورية للبقاء إلى المكان الجديد الذي يذهب إليه . من المعلوم أن قسماً كبيراً من الجهود التكنولوجية المبذولة في بحوث الرحلات الفضائية يتركز على تأمين الشروط البيولوجية العادية (بالنسبة للإنسان) في المركبة المأهولة وفي مقدمة هذه الشروط وأهمها توفير الأوكسجين بصورة مستمرة . إنه لأمر يهز المشاعر أن تفتح عينونا دراسة التحولات التي يمر بها الضفدع خلال عملية صبوريته

على حقيقة أن الطبيعة قد اتبعت نفس الحل قبل مئات كثيرة من ملايين السنين . كذلك كان الأمر آنذاك حيث تبين أن أسهل طريقة لحل المشكلة هي أن يأخذ معه المغادر إلى اليابسة بكل بساطة المادة أو الوسط الذي نشأت فيه جميع أشكال الحياة ألا وهو الماء . كانت المقدمة الأولى لتحقيق ذلك هي تطوير جلد يمنع التبخر . إن الشرعوف يحف بسرعة كبيرة عند تعرضه للهواء الطلق . أما الضفدع فلا يتضابق من العيش معرضاً للهواء لأنه اكتسب خلال تحوله جلدًا يحتفظ بماء جسمه كما تحتفظ الملابس الفضائية التي يرتديها رواد الفضاء على سطح القمر بالأكسجين الضروري للحياة .

غير أن التصرف بهذا الماء القليل المحمول بهذه الطريقة إلى اليابسة يجب أن يكون مقتصدًا إلى أقصى الحدود . على هذا الأساس تظهر مشكلة جديدة كانت تبدو وكأنها غير قابلة للحل هي مشكلة الإطراح . يستطيع الكائن المقيم في الماء أن يطرح نواتج التمثيل الغذائي وغيرها من نفايات التمثيل العضوي الأخرى فور نشوئها في جسمه . يتوفر لديه لتحقيق هذا الغرض كميات لا محدودة من الماء . غير أن مثل هذا الهدر للماء لم يعد مقبولاً على اليابسة . أين المخرج ؟

يتم التوصل إلى هذا المخرج في علوم الفضاء بواسطة ما يسمى «متابعة المعالجة» . من المعلوم أن الفئيين يعملون منذ زمن طويل على تطوير طرق لحل مشكلة النفايات في الرحلات الفضائية الطويلة . لا يتعلق الأمر لدى هذه النفايات المشككة في المركبة الفضائية الممزولة في الفضاء بقايا الطعام والنواد المستهلكة الأخرى وحسب وإنما قبل كل شيء بما تطرحه أجسام الرواد من فضلات . هنا أيضاً لا يمكن الاستغناء عن الفضلات ورميها ببساطة «من النافذة» ، لأنها تحتوي على كثير من الماء الذي لا يمكن تعويضه . لذلك يفكر الفئيين في أن يركزوا قدر الامكان الفضلات التي يجب التخلص منها بأن يسحبوا منها قبل رميها خارجاً أكبر قدر ممكن من الماء ، الذي يستخدم ثانية بعد معالجته .

واجهت الطبيعة المهمة المماثلة بطريقة مشابهة غير أن وسائل الطبيعة كانت بيولوجية . الناتج النهائي (النفاية) النموذجي لدى تفكيك البروتينات من قبل الكائنات البحرية هو الأمونياك . أن تكون هذه المادة سامة فهذا أمر لا يقلق الشراغيف لأنها تطرحها فور نشوئها . أما الضفدع فلا يستطيع التمتع بهذا الرفاه . لذلك تنشأ لدى الشرعوف في أثناء عملية التحول انزيمات جديدة تقوم بـ«متابعة معالجة» الأمونياك : إنها تتابع تفكيكه إلى مادة البولة النموذجية لدى جميع الكائنات البرية تقريباً . هذه المادة لم تعد سامة ويمكن طرحها من وقت إلى آخر بتركيز عال نسبياً مع فقدان كميات قليلة من السوائل . لقد تم لاحقاً تطوير هذا المبدأ ، مبدأ تركيز النواتج المطروحة المقتصد في استهلاك الماء إلى أقصى الحدود في كلية الكائنات ذات الحرارة الثابتة . إنها ليست مصادفة أن تكون كلانا بعد الخ هي الأعضاء التي تستهلك أكبر كمية من الأكسجين ، وأن نشاهد تحت المجهر أن خلايا الكلية غنية بصورة خاصة بالجسيمات الكوندرية . إن العمل الذي تنجزه بلا توقف هائل .

تستقبل كلانا يومياً حوالي ١٥٠ ليتراً من «البول الأولي» الذي ينتقل من الدم إلى الكلية لتصفيته . نحتاج إذن إلى هذه الكمية الكبيرة من السوائل لكي نقوم بحل الفضلات المشككة يومياً في أجسامنا ونقلها من الدورة الدموية إلى الكليتين . لتصور ما تعنيه حاجتنا إلى هذه الكمية الكبيرة من السوائل .

غير أن كلانا لحسن الحظ نستطيع تركيز هذا البول الأولي عن طريق إعادة امتصاصه . أي إنها ، بتعبير أبسط ، تتمكن من تصفيته وتركيزه إلى درجة أن ٩٠ بالمائة من الماء الذي يحتويه يعود مرة أخرى إلى الدم . لهذا السبب نكتفي في النهاية بحوالي ليتر واحد من الماء يومياً لكي نتخلص من جميع فضلات التمثيل العضوي السامة .

إن الحياة على اليابسة هي ، كما نرى ، مضيئة ومكلفة . لذلك نطرح السؤال مرة أخرى : لماذا إذن خرجت الحياة من الماء ؟ كلما تعمقنا في التفكير بهذه المسألة ، كلما بدت لنا هذه الخطوة التطورية غامضة للوهلة الأولى . ألا يبدو هذا الأمر غامضاً وكأنه يوجد في هذا المجال أيضاً تشابه مع الجهود التي نبذلها اليوم لهدف واحد وحيد ، لكي نزرع أجراماً سبائية لا نستطيع العيش عليها إلا لفترات قصيرة جداً ونحت حماية تجهيزات تقنية باهظة التكاليف ؟

أليس من الصعب أيضاً في حالة البحوث الفضائية إيجاد جواب منطقي عقلائي على السؤال حول الهدف من كل هذه المشاريع ؟ أي إيجاد تعليل مقنع لهذا اللا تناسب بين التكاليف الهائلة برقم فلكي وبين محدودية ما يمكن تحقيقه عملياً في أحسن الأحوال ؟

إذا أردنا أن نفهم العلاقات القائمة هنا ونجد الأجوبة على تساؤلاتنا يتوجب علينا أولاً أن نتعرف على اختراع آخر قامت به الطبيعة الحية ترتب أيضاً على الخروج من الماء . إنه اختراع الحرارة الثابتة في الجسم . يستحق التعرف على هذا المبدأ الجديد تماماً وعلى خلفياته فضلاً مستقلاً ، لأن أسبابه ونتائجه هي أكثر أهمية مما قد يبدو للمرء في اللحظة الأولى .

القسم الرابع

اقتراع الدم الدافئ، ونشوء «الوعي»

١٨. ليالي اليناصور الساكنة

كان العيش في الماء مرفهاً إلى حد ما . كان الماء يحمل كل ما فيه من كائنات وهذا ليس بالمعنى الحرفي وحسب . كانت الحياة منذ البدء قد استسلمت لمحيطها وتركتها يحملها وسارت بذلك الأمور على أحسن ما يرام . وكانت الخلايا ، ثم في وقت لاحق ، الكائنات الأعلى قد تكيفت برضى مع الشروط التي قدمها لها محيطها .

لم يكن ضوء الشمس منذ الأزل أو «بطبيعته» ملائماً للحياة . بل اضطرت الخلايا في البدء لأن تختفي زمناً طويلاً في الأعماق هرباً من قوته المدمرة . لكن التكيف مع هذه الأشعة التي لا مفر من وجودها عكس في النهاية العلاقة العدائية إلى علاقة إيجابية . في اللحظة التي تعلمت فيها الحياة استغلال هذه القوة كمصدر للطاقة نشأ مقياس جديد : لم تعد الحياة تهرب أمام الضوء بل أصبحت تبحث عنه وتلاحقه . كنتيجة لذلك نشأت الآن تجهيزات حركية موجهة ضوئياً تمكن الحياة من استغلال كل مثقال ضئيل من ضوء الشمس .

حصلت نفس الحالة مع الأوكسجين الذي كانت الحياة قد أنتجته ووضعت في الغلاف الجوي عن غير قصد . نتجت عن ذلك كارثة مؤقتة راح ضحيتها عدد لا حصر له من أشكال الحياة التي كانت قد تكيفت مع خصائص محيطية أخرى . غير أن الحياة تمكنت في النهاية من التكيف مع هذا الخطر أيضاً . في هذه المرة أيضاً تم التكيف بمهارة ونجاح لدرجة أن الأوكسجين أصبح منذ الآن يشكل جزءاً لا غنى عنه في هواء التنفس .

كانت الأشكال التي تكيفت بواسطتها الحياة مع الخواص الفيزيائية لمحيطها السائل متعددة أيضاً . بما إنه على بعد قريب من الشاطئ ، أصبح الوصول إلى القاع غير ممكن فقد كانت أفضل طريقة لحل هذه المشكلة هي العمود بمطابقة الوزن النوعي للجسم مع الوزن النوعي للماء . لتحقيق هذا الهدف طورت

الحياة حووصلات تملأها بالغازات الخفيفة وفي مقدمتها الأوكسجين وتستطيع تنفيسها ونفخها كما نشاء . بذلك اخترعت أداة مدهشة للعموم والفضول : خزان هوائي قابل للتعديل حسب الحاجة بما يتيح العموم المريح في أعماق مختلفة .

من البديهي أنه كان يوجد أيضاً منذ البداية متخصصات قاعية ، أي أشكال تكيفت مع العيش على القاع ، على الأرض الصلبة . وكان يوجد أيضاً عدد من العائلين : حيوانات عادت إلى العيش عائمة في الماء بعد أن ملت العيش المتواصل في القاع لعدة ملايين من السنين . لم يزل بعض منها كالروبنا مثلاً (الروخات نوع من أنواع سمك القرش) يعبر عن هذا التاريخ حتى اليوم ليس فقط بشكله المسطح الناتج عن التماس مع الأرض وإنما بوزنه الأثقل من الماء ، الأمر الذي يعتبر غير عادي بالنسبة للأسماك . يعود السبب في ذلك إلى أن هذه السمكة تخلت عن حوصلاتها الهوائية خلال عيشها المتواصل لعدة ملايين من السنين على قاع البحر ، لأنها كانت بسبب قوتها الدافعة نحو الأعلى قد أصبحت مزعجة . عندما قرر سمك الروخا العودة إلى العموم في الماء توجب عليه تطوير طريقة تمكنه من التحرك في هذا الوسط بسهولة في جميع الاتجاهات .

يوجد في علم التطور قانون يسمى قانون دولو- نسبة إلى العالم البلجيكي دولو- يقول ، إن العضو الذي تراجع نموه (ضم) مرة ما خلال عملية التطور لا يتشكل مجدداً أبداً حتى ولو أدى تبدل الظروف إلى جعله لازماً ومفيداً . لذلك تعلمت أسماك الروخا الطيران . إن هذه الحيوانات الغريبة تطير فعلاً تحت الماء بأن تستخدم الأطراف الخارجية لجسمها المسطح كأجنحة تحركها باستمرار بطريقة اهتزازية متلوية بحيث تنتقل الحركة على شكل موجة من الأمام إلى الخلف . لا شك أنه طيران بسرعة بطيئة لأن الماء أسماك من الهواء . لكن الروخا الذي يتوقف لحظة واحدة عن هز جسمه بالطريقة التي وصفناها يسقط فوراً إلى الأسفل .

بعد هذه المقدمات التاريخية وبعد مثل هذا النجاح في التكيف اللا مشروط سيكون من الطبيعي أن الحياة مستتبع بعد خروجها من الماء تطبيق نفس الوصفة . هنا أيضاً على اليابسة استخدمت الكائنات الحية النازحة إليها جميع قدرات التكيف المتوفرة لديها بأن خضعت للشرط السائدة الغريبة كي تحوّل ، كما حصل في المرات السابقة ، الضرر إلى نافع . ولقد نجحت هنا أيضاً بصورة مدهشة وبواسطة طرق استحق عليها المخترع «نظور» كل التقدير .

غير أن هذا الاستعداد إلى الخضوع للامشروط للظروف السائدة أدى على اليابسة إلى نتائج شديدة الغرابة . هنا وجدت الحياة نفسها لأول مرة في محيط تعتبر التارجحات الحرارية من خصائصه الأساسية : تبدل حراري متواصل يحصل بإيقاع منتظم تبعاً لحلول الليل والنهار ويتنقل من حار إلى بارد ومن بارد إلى حار بدون توقف .

من البديهي أن هذه التارجحات شملت سكان الأرض الجدد أيضاً . لكن هذا لم يكن يعني سوى أن نشاطها بدأ ينخفض ليلاً ، عندما تغيب الشمس وتبدأ الأرض بالتبرد ، حتى يصل أخيراً إلى أن الحيوانات تدخل في حالة اللاوعي بسبب الشلل الناتج عن البرد . من الممكن أن تكون الأمور في المناطق

الاستوائية وفي الفصول الدافئة لم تصل في كل ليل إلى هذه الحالة المتطرفة . غير أن شدة الحيوية كانت حتى في هذه المناطق متبيلة . أما في المناطق البعيدة عن خط الاستواء نحو الشمال والجنوب فكانت الحياة «تتوقف» بتواتر متكرر كل ١٢ ساعة بسبب البرد في الليل .

كانت الحياة تنطفيء هنا كل مساء . كان سكوت المقابر يغمر غابات العظائيات كل ليل . كان الصياد يتوقف عن الصيد وكانت الفريسة تتوقف عن الهرب وكان الجائع يتوقف عن الأكل . بعد ذلك وفي صباح اليوم التالي عندما تظهر الشمس على قمة السهائ ينتهي وقت «منع التجول» . لم نزل حتى اليوم نلاحظ هذه الحالة لدى الضب والسمندل وغيرها . يعود السبب في ذلك ، كما نعلم جميعاً ، إلى أن هذه الحيوانات «باردة الدم» .

نود أن نشير بهذه المناسبة إلى أن هذا التعبير خاطيء من أسامه ويصعب بصورة لا لزوم لها فهم الطبيعة الحقيقية لهذه الظاهرة . إن هذه الحيوانات هي في الواقع ليست باردة بل إنها عديمة الحرارة الذاتية وهذه هي النقطة الحاسمة . إنها تكتسب ببساطة وسلبية - كتصير عن خضوعها التقليدي لشرط المحيط - الحرارة السائدة في محيطها . لذلك فإن التعبير العلمي «متبيلة الحرارة» يعبر بصورة أفضل عن الواقع . (يتعلق هذا المقطع بطريقة تعبير شائعة في اللغة الألمانية وقد لا ينطبق على اللغة العربية - المترجم) .

خلال مليارات السنين التي قضتها الحياة في الماء ظلت هذه المسألة بلا نتائج ملموسة لأن ثبات الحرارة المريح كان واحداً من خصائص النعيم الذي كان قائماً هناك . أما الآن فقد مضى هذا النعيم . ولذلك خضعت جميع أنواع الحياة في هذا المحيط الجديد دفعة واحدة إلى تبدل يومي من حالة النشاط إلى حالة الشلل ، أو الموت الظاهري .

خلال الحقبة الزمنية الطويلة التي امتدت من لحظة خروج البرمائيات الأولى من الماء وحتى نهاية عصر العظائيات أرغمت الأرض بسبب دوراتها جميع الكائنات الحية الموجودة على القارات على الخضوع لهذا الإيقاع . كان كل هذا بدون أي معنى وبدون أية ميزة بيولوجية ولم تكن له أية فائدة بالنسبة للتقدم التطوري . كان ببساطة نتيجة حتمية لحقيقة أن سرعة جميع التفاعلات الكيميائية تتناقص مع انخفاض درجة الحرارة حتى يصبح التمثيل العضوي الفعال تحت حد معين من الحرارة غير ممكن بسبب البطء الشديد في حصول التفاعلات . ظلت الأمور على اليابسة على هذا النوال ٣٠٠ مليون سنة .

هل هذا هو السبب الذي يجعلنا ننسى كل مساء ؟ لم يتمكن البيولوجيون حتى اليوم رغم كل الجهود المبذولة من إيجاد سبب واضح أو تعليل مقنع لكوننا نضطر إلى النوم كل يوم . حسب معارفنا الحالية لا توجد ضرورة بيولوجية للنوم . أليس ملفتاً للإنتباه أن الكائنات البحرية لا تنام ؟ طلالاً أننا ، مع جميع الكائنات الحية البرية الكثيرة الأخرى ، نستغرق كل ليل في نوم عميق نفقد فيه وعينا فقد يكون هذا ذكرى لمورثتنا (بلينياتنا) عن الطريقة الغريبة التي كانت العظائيات مرغمة على قضاء لياليها فيها . إن عادة استمرت ٣٠٠ مليون سنة لا تموت بهذه السرعة .

من كل هذه العصور الطويلة من الزمن لم «تدرك» تلك الحيوانات البرية إذن سوى النصف ، لأنها

كانت خلال النصف الثاني ترقد في حالة اللاوعي . من المرجح أن هذا لم يكن ضاراً . ولو كان الأمر غير ذلك لا تجعل التطور هذا الإيقاع الغريب كل هذه المدة الطويلة . صحيح أن جميع تلك الكائنات كانت تصبح لوقت معين مشولة الحركة ، لكن هذه الحالة كانت تنطبق عليها جميعها ولذلك لم يشكل أي منها خطراً على الآخر خلال هذا الوقت . لم يكن أي منها متميزاً أو متضرراً . كان الشلل يشمل الجميع في آن واحد .

غير أن هذا الوضع تغير فجأة عندما ظهرت في نهاية تلك الحقبة كائنات جديدة فقارية كانت صدفة التطرف قد منحتها خاصية انقلابية جديدة ترتبت عليها تبعات حاسمة . أدت انزيمات جديدة ما أو دارة قصيرة ما في جسمها إلى أنها أخذت تحرق الغذاء ، الذي تلتهمه والمولد للطاقة ، بسرعة أكبر من اللازم . تحولت الطاقة الفائضة ، أي الطاقة التي لم يستهلكها نشاط هذه الحيوانات ، بالضرورة إلى حرارة وبدأت تسخن أجسامها .

على هذا المثال نستطيع أن نتعرف جيداً مرة أخرى على الطابع الكيفي اللا موجه للتطورات ، أي على طبيعة المادة التي يعتمد عليها التطور في اختراعاته . نصادف هنا إذن حرقاً لكمية زائدة من الغذاء ، وهذا أمر يبدو للوهلة الأولى بكل بداهة في منتهى اللا عقلانية . إنه يظهر وكأنه «طفرة سلبية» ذات نتائج ضارة (عقصة لفرص البقاء) . نستطيع بالتأكيد أن نفترض أيضاً أن هذه الطفرات وغيرها من طفرات مشابهة قد حصلت قبل ذلك مراراً وتكراراً لكن الاصطفاء رفضها على أنها ضارة . في الواقع العملي سارت الأمور بعد ذلك بشكل أن الحيوانات التي أصابها الطفرة أصبحت بحاجة إلى كميات أكبر من الغذاء وبالتالي أقل قدرة على المنافسة وكانت بالتالي أقل نجاحاً في تكاثرها وفي تربية صغارها . لهذا السبب يجب أن يكون هذا النموذج قد انقرض بعد عدد قليل من الأجيال .

غير أن الحكم على الطفرة ، كما إذا كانت مفيدة أم ضارة ، كما إذا كانت تقيد المصاب بها أم تضره ، هذا أمر يقرره في نهاية المطاف المحيط . لقد منحت عملية حرق كميات زائدة من الغذاء ، التي بدت للوهلة الأولى عديدة المعنى ، بعد دعمها ببعض الظروف الأخرى ، عالم العظائيات وغيرها من الزواحف الأخرى ميزة هائلة . لقد قضى تسخين الجسم الناتج عنها على الشلل الليلي الذي كان يصيب جميع الكائنات الحية البرية منذ أزمان طويلة . ليس من الصعب أن نحزر النتائج التي ترتبت على هذا التبدل .

ما من شخص إلا وتحيل مرة ، أو يستطيع أن يتخيل ، كيف ستكون الأمور لو غرق العالم بكامله في شلل شامل ، أي لو توقف الزمن وكان هو وحده يقظاً ومتحركاً . عندئذ ستكون الشوارع والبيوت مليئة «بالتنايل الحية» : بشر نجمدوا في الوضعية التي هاجهم النوم فيها لا حول لهم ولا قوة . إن تكرار هذه الصور دائماً في الأساطير والملاحم التي أبدعها العقل البشري يؤكد عمق جذور مثل هذه التخيلات في أذهاننا .

لقد أصبح هذا الوضع الأسطوري بالنسبة لثابتات الحرارة الأولى في تاريخ الأرض آنذاك فجأة حقيقة واقعة . كانت تلك الحيوانات المحظوظة ، كما نعتقد اليوم ، نوعاً من الثدييات يشبه الفأر ذا فك

متميز ذي فواطم بارزة . قام عالم المستحاثات الألماني والتر كوني مؤخراً بغربة أسنانها الصغيرة (بطول ١ سم تقريباً) بصبر وحذر من بين أطنان من الرمال الصحراوية حيث كانت موجودة بين عظام الديناصور ولم يتبه أحد إليها بسبب صغرها .

فتح الحلل الطاريء على التمثل العضوي لهذه القزعات أمليها فجأة بعداً جليداً : الليل . لقد مكنتها حرارة جسمها من الدخول في عالم كان حتى الآن مغلقاً في وجه الحياة . يستطيع المرء أن يتصور كيف كان هؤلاء الصبية الصغار يتجمعون في الليالي المغمرة حول تلك الحيوانات العملاقة الواقفة كالنمائل لا حراك لها والتي كانت قد سيطرت على الأرض بلا منازع لزمن طويل وكيف كانوا يفهمون ويرغظون وهم يراقبونها . بذلك كان عصر سيادة العملاقة قد ولى .

لم يتأكد بعد عما إذا كانت هذه القزعات والدافئة الدم الأولى قد شاركت فعلاً بصورة مباشرة وفعالة في انقراض العظائيات الذي حصل بعد ذلك بوقت قصير . لكن الاحتمال وارد ومعقول لأن ما من أحد كان يستطيع منعها من التهام بيوض العظائيات التي ستكون فريسة سهلة في فترة الشلل الليلي . لكن وحتى لو لم تكن توجد علاقة مباشرة ملموسة يبقى مقنعاً أن الوضع الجليدي سبني سيادة الحجم الخالص .

سيصبح هنا أيضاً فهم الطبيعة الحقيقية للتقدم أيسر ، فيها لو انطلقنا من التعبير العلمي وليس من التعبير الشائع . إن تعبير «دافئ الدم» لا يعبر عن الواقع بصورة صحيحة ، لأن «دافئ» هو مفهوم نسبي . بالنسبة للجليد كانت العظائيات دافئة أيضاً . لذلك فإن التعبير الصحيح هو «ثابت الحرارة» وهذا هو الأمر الحاسم . (نشير مرة أخرى إلى أن الشرح هنا يتعلق بطريقة تعبير شائعة في اللغة الألمانية - المترجم) . لم تتحقق هذه الحالة بالتأكيد دفعة واحدة . لا بد أن حرارة جسم الأجيال الأولى من ثابتات الحرارة كانت تتأرجح كما هو الأمر حتى اليوم لدى بعض الثدييات البدائية (مثلاً الحيوانات الجريسية - التي لها جراب أو كيس - الأسترالية) .

كانت النقطة الحاسمة إذن في مجمل الموضوع هي القدرة على المحافظة على حرارة ذاتية ثابتة للجسم . صحيح أن هذا الوضع يكلف مزيداً من الطاقة لكن الأوكسجين الذي أصبح الآن متوفراً بغزارة كان يؤمن هذه الطاقة بمقادير كافية وكان ، فوق ذلك ، مردود هذه الكلفة الزائدة عالياً . لأول مرة بعد ٣٠٠ مليون سنة أصبحت الحياة في صدد التحرر من نير الخضوع للتقلبات الحرارية في محيطها . سيتبين لنا أن أهمية هذه القدرة الجديدة هي أكبر بكثير مما تبدو عليه للوهلة الأولى . إن الحوازة الثابتة لا تسلم الكائن الحي مفتاح الليل وحسب بل إن الأبواب التي تفتحها أوسع من ذلك بكثير . إن اختراع الدم الدافئ يلعب في تاريخ الحياة الأرضية دور حدث مهم بإتباعه الاستقلال . لقد بدأت الحياة تتخلص من تبعيتها للمحيط ، أي أخذت «تستقل» عن محيطها . لقد حدث وكأنها قد رفضت بعد الآن أن تخضع ببساطة ووسيلة إلى جميع التغيرات التي تحصل في محيطها .

سوف لن نظهر لنا الأهمية الانقلابية لهذه الخطوة بصورة كاملة إلا بعد أن نستعرض النتائج التي تربت عليها . لقد سبق ورأينا على بعض الأمثلة أن لدى الطبيعة على ما يبدو ميولاً تكررهما على مستويات

مختلفة من التطور . ينشأ دائماً لدى هذا التكرار «شيء جديد» غالباً غير منظور مسبقاً للدرجة أنه ليس من السهل الاكتشاف أن الأمر يتعلق بتكرار لمبدأ سبق وظهر بشكل آخر في مرحلة أسبق .
واحد من هذه المبادئ التي تعرفنا عليها هو مبدأ الميل إلى «الاتحاد التعاوني» ، أي المبدأ التطوري الذي يقوم على جمع الوحدات الأساسية الموجودة في مرحلة تطورية قائمة وتركيب وحدات جديدة منها تشكل المواد الأولية لمرحلة تالية أعلى .

هذا ما حصل لدى تجمع ذرات الهيدروجين مشكلة النجوم التي تشكلت فيها العناصر الأساسية. عن طريق اتحاد نوى ذرات الهيدروجين ، ومن اتحاد هذه العناصر تشكلت الروابط الكيميائية التي تعقدت عبر اتحادات متتالية مشكلة مختلف المواد والمركبات . ومن الخلايا البدئية المتخصصة العديدة النواة تشكلت ، عن طريق الاتحاد التعاوني ، خلايا أعلى مجهزة بعضيات شكلت بدورها متعضيات كثيرة الخلايا قادرة على الحياة كوحدة منفردة مستقلة . يستطيع المرء في الواقع بواسطة تأثيرات هذا الميل إلى «الاتحاد التعاوني» أن يروي كامل التاريخ الذي سار يتواصل لا انقطاع فيه من ذرة الهيدروجين إلى الكائن البشري ، إلينا أنفسنا .

غير أن هذا الميل هو ليس الميل الوحيد الموجود في الطبيعة . تكمن الأهمية الكبرى في اختراع الدم الدافئ بالنسبة لتسلسل أفكارنا في أنها تنبها إلى ميل آخر لدى التاريخ ، إلى ميل أصبحنا الآن لاحقاً قادرين على اكتشاف وجوده وتأثيراته في مراحل أسبق من مراحل التطور وإن كانت هذه التأثيرات هناك أقل بروزاً . إنه الميل إلى تحقيق الذات المستقلة ، إلى وضع الحدود المتميزة ، إلى الاستقلال عن المحيط . نستطيع ، إذا ما أردنا ، أن نلاحظ هذا الميل في شكله العام حتى في المراحل الأولى من التطور اللاعضوي . نلاحظه مثلاً هناك في الأجرام السماوية الكثيرة الأولى التي تشكلت جميعها بسبب التجاذب من غيمة متجانسة من الهيدروجين وبدأت تتكثف وتستقل بحيث أصبح لكل منها منذ الآن تاريخ خاص بها . كما نلاحظه أيضاً في نشوء عدد قليل من الروابط الكيميائية الأولى على سطح الأرض الفتية نتيجة لبعض الظروف المتميزة (مؤثر يوري مثلاً) ، التي بدأت تفصل عن الفوضى الشاملة السائدة في الخليطة الكيفية لجميع الجزئيات الأخرى لكي تنتج لاحقاً البنى الحية الأولى .

يرمز هذا المبدأ بصورة خاصة وجلية عند تشكل الخلية . إن الخلية هي بالمعنى العميق التجسيد الخالص لهذا المبدأ من الاستقلال عن المحيط . كما إن الحياة ، كما يؤكد مثال الخلية ، غير ممكنة على الإطلاق بدون هذه الاستقلالية ، أي بدون رسم الحدود الواضحة المتميزة حولها . يؤكد عزل مجموعة البروتينات النووية دون س بواسطة الغشاء النصف نفوذ الذي يمثل الخطوة الأولى نحو الخلية ، يؤكد حقيقة لا جدال فيها وهي أن فقط المنظومات المغلفة (نسبياً) قادرة على الحياة ، لأن التمثل العضوي النظامي ، لأسباب لسنا بحاجة إلى ذكرها ، ليس ممكناً إلا إذا كانت العمليات الكيميائية التي يتألف منها معزولة عن التأثيرات المباشرة للعمليات التي تحصل في محيطها .

على هذا الأساس وقفت الحياة منذ اللحظة الأولى في مجابهة معينة مع المحيط مما جعلها تسعى إلى الاستقلال عنه كي تتمكن من بناء ذاتها معتمدة على نفسها . غير أن هذا الانفصال المبدئي الضروري

يجعل من الضروري أيضاً إقامة قنوات اتصال ثانوية خاضعة للتحكم تتيح التصرف الحر والاختيار دون أن تحد بأشكال جديدة من التبعية من الدرجة الاستقلالية المتحققة بعد جهود مضنية . من هنا نشأت الحواس الموجودة حتى لدى أبسط الكائنات الحية «المتحسسة بالإثارات» لكي تقيم نوعاً من الإتصال المغتن اللازم مع المحيط . فقط عندما نراعي هذه الناحية تصبح وظائف الحواس مفهومة .

أود هنا أن أعبر عن الاعتقاد أننا لا نستطيع فهم سبب «الخروج من الماء» أي السبب الذي جعل الحياة تقوم بالانتقال الشاق والمليء بالمخاطر من الماء إلى اليابسة ، إلا عندما ننظر إلى هذه الخطوة على أنها تعبير عن نفس الميل في مرحلة أعلى من مراحل التطور . من هذا المنطلق يصبح معقولاً ما بدا لنا غير منطقي وغير هادف . لأننا إذا ما انطلقنا من هذه الفرضية نستطيع أن نقنع أن الوضع المريح للحياة في الماء هو الذي يجب أن يكون قد أدى إلى هذه الخطوة .

إن الأوضاع الجذائية المتبعة ما هي إلا الظروف التي تكون فيها الذات منسجمة انسجاماً تاماً مع شروط المحيط . وهذا هو دأبنا من الأملثان الذي يستسلم فيه الفرد بسليمة إلى محيطه بحيث يترك نفسه عملاً بإيقاعاته . من هذا المنظار يزول العجب من الحنين الأبدى إلى الماضي ، من أن الحياة في الماضي كانت أكثر رغبة وأكثر نعيمًا . إنها ذكرى عن مرحلة بدائية من التطور حيث كان الفرد في غنى عن أن يبذل الجهد كي يحمل ذاته وكى يملك زمام أقداره بيده .

من الطبيعي أنني أعرف كغيري أنه لم يكن يوجد آنذاك ، في زمن المحاولات الأولى للخروج إلى اليابسة ، هناك في الخارج (على اليابسة) أي منافسين : ما من أحد يستطيع أن ينكر أن هذه الحالة كانت تعني ميزة لا تقدر بشئ بالنسبة للبرمائيات والأسماك الرئوية الأولى . لقد كانت أيضاً بحاجة ماسة إليها . لكن التجربة رغم ذلك كانت خطيرة بما فيه الكفاية . إن ما أجادل فيه هو أن يكون ممكناً تقديم البرهان على أن انعدام المنافسة (الذي كان في كل الأحوال مرحلة عابرة فقط) يكفي للقول إنه وحده مميزة يعادل جميع الأخطار والمخاطر والجهود الهائلة اللازمة لتعديل عدد كبير من التصاميم والتجهيزات البيولوجية التي تتطلبها هذا الانتقال .

إن ما بدا لللمحة الأولى عديم المعنى وغير هادف يظهر بعدئذ بصورة خاصة من منظور مختلف تماماً عندما نأخذ الخطوات اللاحقة بعين الاعتبار . في هذه المرة أيضاً نتجت عن الطرد من الجنة القدرة على اكتساب المعرفة . لسا بحاجة إلى التعليل بأن الحياة في الماء لم تكن لتؤدي أبداً إلى اختراع الدم الدافئ . إن طفرة أدت إلى حرق غير عقلاني للغذاء وبالتالي إلى فائض حراري كان سيتم اصطفاؤها في هذا الوسط حتماً ويدون استثناء على أنها ضارة . وهكذا فإن الحرارة الثابتة ، أي الخطوة إلى المحافظة على حرارة ذاتية ثابتة للجسم ، هي من المنظور التاريخي نتيجة لاحتلال اليابسة بما فيها من تقلبات حرارية متكررة تسببها عوامل كونية مختلفة .

غير أن هذا الثبات الحراري هو بدوره مقدمة لا غنى عنها لتحقيق مبدأ الاستقلال ، «الانفصال» ، على مستوى أعلى ، أو على أعلى مستوى بلغة التطور - على الأرض على الأقل - حتى الآن على الإطلاق : إن ثبات الحرارة الذاتية للجسم هو مقدمة أساسية لتطوير القدرة على التجريد ، التي تمثل الشكل الأقصى

لـ الاستقلال عن المحيط ، الذي جعل النظرة الموضوعية إلى هذا المحيط ممكنة .
لا نحتاج لكي نفهم هذه العلاقة إلا أن نفكر قليلاً بمقدار التراجع الذي يصيب قسوتنا على تقدير الزمن عندما نصاب بحمى مرضية ، أي عندما نعاني من «حرارة مرتفعة» . إن تقدير الزمن الموضوعي الذي يستغرقه حَدَثٌ في محيطنا يتطلب ثبات الشروط «الداخلية» لدينا كـ «أساس للقياس» . غير أن هذا الثبات ليس ممكناً إلا إذا كانت المتعضية الحية مستقلة . طالما كانت العمليات الحاصلة في محيط المتعضية تنعكس على المتعضية معانة والاماً كان «الإدراك الموضوعي» غير ممكن . بمقياس ينضج هو نفسه لتقلبات الحرارة لا نستطيع أن نتبين تقلبات الحرارة في المحيط ولا نستطيع قياسها بأي حال .
لهذا السبب يعتبر ثبات الحرارة الذاتية واحداً من الشروط الأساسية الجوهرية للقدرة على التعامل الموضوعي مع العالم الذي يتحقق (التعامل) بشكله الأعلى في مرحلة القدرة على التجريد . من هذا المنظور يتضح لنا أنها ليست مصادفة أن يتواجد المركز الذي ينظم حرارة جسمنا في أقدم جزء من دماغنا .
ينطبق هذا أيضاً على نظام تحكم آخر موجود لدى المتعضيات الأعلى يؤكد تاريخ تطوره هذه العلاقات بصورة واضحة أيضاً. بما أن تاريخه يُدرّس بوضوح مبدأ الاستقلالية المتنامية ، أي التمايز الانفصالي ، عن المحيط بتطورات ملموسة متتالية فإنه يستطيع أن يؤيد الفرضية المطروحة هنا بصورة مقنعة . إنه يتعلق بتاريخ الحكاية الأسطورية المثيرة ، حكاية «العين الثالثة» . تحتوي هذه الحكاية أيضاً ، شأنها شأن جميع الأساطير الأخرى ، على شيء من الحقيقة . لقد وُجدت العين الثالثة فعلاً وهي لم تزل موجودة حتى اليوم لدى بعض الحيوانات في شكل متحول جزئياً . لكنه لم يكن لهذه العين في أي وقت أية علاقة مع أية قوى فوق طبيعية . بل كانت وظيفتها في الأصل إقامة علاقة مع المحيط .
إن قدم هذه العلاقة هو بدون شك السبب في أن هذا العضو لم يوجد إلا لدى الأسماك والبرمائيات والزواحف ، ولم يزل يوجد في بعض الحالات حتى اليوم . منذ الانتقال إلى ثباتات الحرارة ، أي إلى الثدييات والطيور ، لم تعد هذه العين موجودة . غير أنها لم تختف ببساطة لدى هذه العائلات الحيوانية وإنما تحولت وتابعت تطورها بطريقة مثيرة وغنية بالعبء .
لقد نبّه العالم الألماني كارل فون فريش قبل عشرات السنين إلى الثقوب أو القنوات الغريبة المتميزة التي كانت موجودة في سقف الجمجمة لزواحف منقرضة . كان وضعها وشكلها يدفعان إلى الظن أنها كانت في حياة هذه الحيوانات تحتوي عضواً يشبه العين كان قريباً من الدماغ وكان متجهاً نحو الأعلى ، أي نحو السماء .
لم يتمكن العلماء آنذاك أن يجدوا وظائف محتملة لعين في هذا الموقع من الجمجمة . غير أنهم بعد ما تنبهوا إلى وجودها وبدأوا التمتع في البحث اكتشفوا بسرعة أنها لم تزل موجودة أيضاً لدى بعض أنواع الزواحف التي لم تزل تعيش حتى اليوم .
لا يمكن رؤية هذه «العين القحفية» لدى هذه الحيوانات من الخارج إلا بعد تدقيق النظر أو بواسطة عدسة مكبرة حيث تظهر كحويصلة صغيرة فاتحة اللون في أعلى سطح الجمجمة . أما إذا ما درس المرء تركيبها تحت المجهر يكتشف أن هذا البروز الصغير هو عين صغيرة بدائية : عبارة عن حويصلة فارغة

فقاعة الشكل سطحها العلوي شفاف وبارز قليلاً فوق سطح القحف وأرضيتها مؤلفة من خلايا حساسة بالضوء تخرج منها ألياف عصبية تصل إلى الدماغ . صغيرة ويدائية التركيب لكنها بدون شك عين . ماذا يستطيع المرء أن يرى بعين تنظر دائماً متجمعة نحو الأعلى ؟ الجواب في منتهى البساطة : الشمس . إن العين القحفية للزواحف هي مجرد مستقبلية ضوئية متطورة . إن الرؤية بالمعنى الحقيقي للكلمة غير ممكن بواسطة غير مطلوبة أيضاً . غير أن بناءها يتيح بصورة رائعة التعرف على الطريق الذي سلكه التطور منطلقاً منها إلى «الرؤية» الحقيقية .

إن العين القحفية المتجهة نحو السماء توجه لدى الزواحف النشاط المتبدل تبعاً لإيقاع تتابع النهار والليل . هذا يعني أن هذه الحيوانات المتبدلة الحرارة قد توصلت على أي حال إلى أنها لم تكثف من حرارة محيطها بمجرد الاستفادة من تسخين جسمها . بل إن غمطها العضوي يتراجع أوتوماتيكياً فور ما يعطي التحسس الضوئي في قحف رأسها الإشارة بأن الشمس تميل إلى المغرب ، أي إن الليل يقترب مما ينذر بالتالي باقتراب حصول تبرد لا مفر منه يجد على أي حال من متابعة النشاط بفعالية عالية .

قد تُنبئ هذه الإشارة الضوئية ، علاوة على ذلك ، إلى حلول موعد العودة إلى الماء ، أي تدفع إلى القيام برد فعل يؤدي إلى وقاية الحيوان من خطر السقوط في حالة الشلل الليلي قبل أن يتمكن من الوصول إلى غباً يدفع عنه خطر أعدائه . هناك بعض العلماء الذين يظنون فوق هذا أن هذا العضو يدفع إلى البحث الغريزي عن موقع مظلل عندما تشتد حرارة الشمس إلى درجة قد تجعل الحيوان يسخن أكثر من اللازم .

إن التبدلات التي طرأت على هذا العضو خلال عملية التطور الطويلة معبرة بصورة فائقة الأهمية . لقد اكتشفت هذه التغيرات في السنين العشر الأخيرة لدى العديد من الأسماك . لم يعد لها هنا شبه مع العين . (يتوجب عند المقارنة أن نأخذ بعين الاعتبار أن السمكة الحالية تمثل متعصية أكثر تطوراً في كثير من الجوانب قياساً على الضفد ، وإن كان نوعها قد بقي في الماء) .

يتعلق الأمر لدى الأسماك أيضاً بفقاعة صغيرة . غير أن جدارها لم يعد يتألف من خلايا لحمية وإنما من خلايا غدية يوجد بينها عدد قليل فقط من الخلايا المنفردة للتحساسة بالضوء . علاوة على ذلك فقد نغى لدى الأسماك عظم الجمجمة وانغلق فوق هذا العضو . لكن هذه الحبيبة اللونية ضمرت بالضغط في هذا الموقع من السطح الخارجي بحيث تشكلت نقطة قحفية فاتحة اللون تسمح للضوء اختراقها .

لقد تمت البرهنة أيضاً بواسطة العديد من التجارب على أن هذا التشكل الغدي لم يزل يتأثر بالضوء . يؤدي تسليط الضوء عليه لدى أنواع معينة من الأسماك إلى تغير لون السطح الخارجي للجلد بشكل يتطابق فيه مع مظهر المحيط . أن يكون هذا الرد التوسمي صادراً عن العين القحفية المتحولة إلى ما يشبه الغدة ، هذا ما برهنت عليه التجارب التي أجريت على أسماك عمياء . علاوة على ذلك هناك افتراضات بأن الأمر هنا أيضاً يتعلق بتكييف نشاطات هذه الحيوانات بواسطة الإشارات الضوئية التي تستقبلها هذه الفئحة الصغيرة تبعاً لدرجة الإضاءة الناتجة عن تبدل الأوقات والفصول .

إن هذا العضو موجود لدى الإنسان أيضاً . غير أنه لم يعد له هنا أي شيء مشترك مع العين ، بل

تحول نهائياً الى غدة . تشير الدراسات التشريحية والتاريخية التطورية بما لا يدع مجالاً للشك الى أن غدتنا النخامية قد تطورت خلال ملايين السنين عن العين القحفية للأسماك والزواحف . تؤيد المقارنة بين الوظائف هذه القرابة بصورة مقنعة .

صحيح أن وظيفة الغدة النخامية لم تتضح فعلياً بعد في كثير من النقاط . غير أنه من المؤكد أن هذا العضو لم يزل يقوم لدينا أيضاً بوظيفة توجيه الإيقاعات الزمنية البعيدة المدى لجسمنا . لكن الأمر لدينا لم يعد يتعلق بإيقاعات تثيرها تغيرات المحيط يتوجب على جسمنا التكيف معها . بل إن ما توجهه الغدة النخامية على ما يبدو هو الإيقاعات الداخلية المتعلقة بالنمو والبلوغ والشيخان . يمكن مثلاً أن تؤدي التهابات أو تورمات في هذه الغدة الى البلوغ المبكر . لقد بقي إذن لهذا العضو في الصيغة التي صار عليها لدى الإنسان وظيفة التنظيم الزمني (تحميد التوقيت) لعمليات جسمية معينة . غير أن إشارات التوجيه لم تعد هنا تأتي من العالم الخارجي وإنما من داخل جسمنا ذاته .

عندما نجري مقارنة بين العين القحفية لدى الزواحف وبين الغدة النخامية لدى الانسان وعندما نستعرض ، على ضوء الوضع الانتقالي الذي اتخذته نفس العضو لدى الأسماك المتطورة ، التطور الذي يربط تاريخياً بين الحالتين ، عندئذ نجد أماناً مثلاً ملموساً على الميل الى الاستقلال عن المحيط : لقد وُبطت الزواحف سلباً بواسطة عنها القحفية مع التغيرات الحاصلة دورياً في محيطها كما وكان هذه العين تمثل حبلاً للقطر . إنها تستمد نظام توقيتها الداخلي ببساطة من المحيط . على الطريق الى الانسان تنغلق هذه النافذة على العالم الخارجي . لقد انقطع حبل القطر . لقد حافظ هذا العضو حقاً على وظيفته في تنسيق توقيت التطورات الجسمية لكن مصدر النبضات الموجهة أصبح الآن في الجسم ذاته .

قد تكون الفتحات الموجودة بين مفاصل الجمجمة لدى الرضيع هي أيضاً ذكرى لجيناتنا عن ذاك الزمن الواقع بعيداً في الماضي السحيق والذي كانت فيه غدتنا النخامية لدى أسلافنا الأوائل لم تزال عبارة عن متحسس للضوء ، أي عضواً يتمكن الضوء من الوصول اليه . أما اليوم فقد أصبح يعنى دلالة على النضج عندما تنغلق هذه النوافذ في جمجمة الانسان الفتي نهائياً وفي وقت مبكر .

١٩. برامج من العصر الحجري

يستطيع الطبيب أن يخدر المريض ، أي أن يجعله يفقد الوعي والإحساس دون أن يموت ، فقط لأن الأجزاء المختلفة من دماغنا تحسس التأثير الشللي للمخدرة بدرجات متفاوتة . لذلك كان التخدير التقليدي القديم عن طريق استنشاق الأثير يحصل على مراحل متعددة متتالية ، الأمر الذي يستطيع أن يؤكد كل من كان سيء الحظ وتُخلَّر بهذه الطريقة التي مر عليها الزمن . يحصل التخدير الكلاسيكي على مراحل نتيجة للقاعدة التي تنطبق على الدماغ أيضاً والقائلة إن الأدوات أو الأجهزة الجديدة والحديثة وبالتالي الأكثر تطوراً تكون معرضة للتعطل أكثر من تلك القديمة الأقل تعقيداً وبالتالي الأكثر تحملاً للصدمات . (إن صاروخاً حديثاً من طراز ساتورن أكثر تعرضاً للتعطل والحلل بسبب المؤثرات الخارجية من سيارة مرسيدس عادية من طراز قديم) .

في حالة الشلل الاصطناعي للدماغ عن طريق التخدير يحصل التأثير بشكل أن أول ما يغيب هو الوعي . وهذه هي بدون شك الوظيفة الحديثة والأخيرة التي اكتسبها هذا العضو المعقد خلال عملية التطور التاريخي . ليس هناك إذن ما يبعث على العجب أن يكون الجزء الذي يؤدي هذه الوظيفة أقل الأجزاء قدرة على المقاومة لتأثير المادة المخدرة .

كان الاحساس الأخير الذي يمل لدى المريض ، المخدَّر بالطريقة القديمة ، قبل أن يفقد الوعي هو الشعور بالخوف الشديد أو الدخول في حالة من الذعر . ولذلك يبدأ فور دخوله في حالة فقدان الوعي بالتخليط والتلبُّط وفي بعض الظروف بالمراخ بصوت عال . هذه المرحلة الهستيرية هي السبب الذي يجعل الطبيب يربط ذراعي ورجلي المريض قبل البدء بالتخدير .

إن المريض ذاته لا يلاحظ أي شيء من غضبه الوحشي لأن وعيه يكون قد غاب وبالتالي قدرته على الحكم على الهدف من الوضع الذي هو فيه . إن غمه ، أي الجزء الأعلى وفي نفس الوقت الأكبر من الدماغ

البشري ، يكون مشلولاً . في هذه «الحالة الطارئة» يتسلم القيادة المقطع التالي الأدنى من الدماغ : المخيخ . المخيخ هو جزء أقدم وهو موجود حتى لدى الأسماك والزواحف بشكله المكتمل . أقدم وأقل تعقيداً وبالتالي أكثر قدرة على المقاومة ولذلك لم يزل يعمل . تتمركز في هذا الجزء الغرائز والدوافع المخزنة هناك كأفعال انعكاسية جاهزة موروثة لكي يحصل رد الفعل المناسب على إثارات المحيط أوتوماتيكياً . لدى الإنسان الناضج الذي يستطيع «السيطرة» على نفسه يراقب المخ عادة هذه الأفعال الانعكاسية الأوتوماتيكية ويحصرها ضمن الحدود المناسبة مع تقديره للموقف . أما الآن في المرحلة المتوحشة تكون هذه الهيئة العليا القادرة على التحليل غائبة . لذلك يسيطر المخيخ كحاكم مطلق ويحكم على التخدير (وهو مصيب في ذلك من وجهة نظره غير القادرة على التحليل) على أنه حالة من التسمم الحاصل بتأثير خارجي مما يجعله يطلق الأفعال الانعكاسية الغريزية الجاهزة مسبقاً لاتخاذ أقصى درجات الحرب والدفاع . من هنا يتولد لدى المريض الفاقد الوعي قلق صاحب بيعث الخوف في نفس من يراقبه . في هذه المرحلة لا يستطيع الجراح بالطبع البدء بإجراء العملية على الرغم من أن الشعور بالألم لدى المريض يكون قد غاب أيضاً مع غياب وعيه . لذلك يتابع المخدر تنفيذ الأثير على الكلمة الذي يتحول هناك الى بخار يستنشقه المريض . بذلك يتعمق التخدير أي يزداد تركيز الأثير في الدم مما يؤدي الى تخدر المخيخ وإلى توقف الحركات الغريزية التي كان يطلقها . عندئذ يبدأ المريض ثانياً ويزول التوتر من عضلاته . الآن يمكن البدء بالعمل الجراحي . لذلك تكمن مهارة المخدر في أن يحافظ على التخدير على هذا المستوى طيلة العمل الجراحي .

يكون الآن كل من المخ والمخيخ مشلولين . غير أن الجزء الأدنى والأقدم من الدماغ يكون في هذه المرحلة لم يزل في حالة العمل . تتواجد في هذا الجزء مراكز التحكم الأوتوماتيكي (اللاارادي) بالدورة الدموية والتنفس وتنظيم الحرارة ويغيرها من وظائف التمثيل العضوي اللازمة للحياة . هذه المراكز هي التي تحافظ الآن على بقاء المخدر حياً . فقط لأن هذا الجزء القديم من الدماغ لم يزل أقل تحسناً وأكثر تحملاً من بقية الأجزاء المسؤولة عن الوعي وعن الشعور بالألم ، يستطيع الطبيب أن يغير المريض دون أن يعبثه .

يرهن التخدير بطريقة تأثيره المتدرجة على أن الأجزاء المختلفة من دماغنا هي من الناحية التطورية التاريخية ذات أعمار مختلفة وأن لكل مرتبة من العمر تركيب خاص بها يزداد تعقيداً من الأقدم الى الأحدث . إذا ما ربطنا بين هذه الدراسة الوظيفية لدماغنا وبين تركيبه التشريحي نلاحظ أن هذا العضو مؤلف من «طبقات» متشكلة بالتسلسل فوق بعضها البعض كما هو الأمر في الرواسب الجيولوجية : تحت في الأسفل يكون القديم ثم تتلوه تبعاً البنى الجديدة متسلسلة تبعاً لجلتها بحيث تكون آخر طبقة هي أحدث طبقة .

في أسفل الدماغ نشاهد مراكز تنظيم الوظائف التي حررت التعضية الحية خلال تاريخ تطورها الطويل ، على طريق استقلالها ، خطوة خطوة من تعلقها بالمحيط وتسلمت هي نفسها زمام الأمور . هنا يوجد مركز (كتلة من الخلايا العصبية) ينظم كمية وحركة الماء داخل الجسم . من هنا تتم مراقبة تركيز

المحلول الكلوي وتحقيق الانسجام بينه وبين المحتوى المائي في النسيج ، كما يتم التنسيق بين التعرق والحاجة الى تناول السوائل التي نحس بها عبر الحالة التي نسميها «العطش» .

في نفس الطبقة يوجد مركز لتنظيم الحرارة الداخلية ، الذي يحور ثابتات الحرارة من التبعة للتأرجحات الحرارية في محيطها يحقق بالتالي سرعة ثابتة للتمثل العضوي وشروطاً «داخلية» ثابتة تهيم بدورها الأساس لأشكال أعلى من الاستقلال عن المحيط . يسمى هذا المركز أحياناً «العين الحرارية» أيضاً لأنه «يعرف» درجة حرارة الدم المار حوله ثم يقوم على ضوء ذلك ، كما يفعل الترموستات (النظم الحراري) في التدفئة المركزية ، بتشغيل الأليات للنظّمة المناسبة .

عندما نشعر بالحر الزائد نتناول كمية أكبر من السوائل لكي نطرد الحرارة من جسمنا عن طريق زيادة التعرق . هنا تتقاطع وظيفتنا تنظيم الماء وتنظيم الحرارة اللتين يجب تنسيقهما مع بعضهما البعض كما هو الأمر مبدئياً لدى جميع وظائف المنغصية . كما ان وجوهنا تحمر في الحر الشديد : تتوسع العروق الجلدية اوتوماتيكياً لكي يتمكن الدم من نقل أكبر كمية من الحرارة من داخل الجسم الى سطحه الخارجي حيث تشع من هناك نحو الخارج . هذه الآلية تجعل من دورتنا الدموية ، بالإضافة الى جميع وظائفها الكثيرة الأخرى ، محطة تكيف فعالة لجسمنا .

أما التنظيم في الاتجاه المعاكس فيجعلنا نبدو في الوسط البارد شاحبي اللون . إذا ما شعرنا بالبرد الشديد ، أي إذا ما انخفضت درجة حرارة جسمنا عن المقدار المسموح ، نبدأ بالارتعاش : تقوم العين الحرارية الآن بتشغيل مركز أعلى يستطيع أن يحرك العضلات اوتوماتيكياً لكي تنتج حرارة إضافية عن طريق حرق كميات أكبر من المواد الغذائية في العضلات . لهذا السبب تزداد شهيتنا في الأوقات الباردة بينما يقل أكلنا بصورة واضحة في أوقات الصيف الحارة .

في نفس المقطع العميق والقديم من الدماغ تواجد الغدة النخامية أيضاً . لقد أصبحت هذه العين الحقيقية ، التي تحولت لدينا الى غدة ، معزولة عن العالم الخارجي بغطاء الجمجمة المحكم الاغلاق . غير أن هرمونات هذه الغدة لم تزل توجه التوقيت الزمني لعدد معين من عمليات التطور الجسمي ، وإن كان هذا لم يعد يحصل استناداً الى إشارات من المحيط .

فوق هذه المنطقة توجد الأجزاء العليا من جذع المخ وهي عبارة عن كتل هائلة ، ثبات الملايين ، من الخلايا العصبية التي تشكل هنا مراكز لقيادة الوظائف والقدرات المكتسبة بعد ذلك بزمان طويل . يمكننا وصف وظائف هذه الأجزاء من المخ بطريقة عامة مبسطة ولكنها صائبة بأن نقول : إن هذه المنطقة من الدماغ هي نوع من الكمبيوتر (الحاسب الالكتروني) الذي خزنت فيه خبرات الأجيال السابقة للاحصر لها في برامج جاهزة . تتخزن هذه البرامج هنا في صيغة أفعال سلوكية أو تصرفات محددة كنوع من المشاهد المسرحية التي تبدأ بالحدوث بناء على مؤثرات خارجية أو داخلية محددة (رؤية عدو أو حبيب ، إفراز هرمون معين) .

لقد سبق وتعرفنا على أحد الأمثلة في حالة المريض المخدر الذي بلغ مرحلة الخوف الهستيري . هنا نطلق على علام التسمم ، التي ترافقت مع غياب دور المخ ، البرنامج «دفاع وهرب» . لقد أظهرت

التجارب التي أجراها على الدجاج ليريش فون هولست المتخصص في علم السلوك بصورة جلية ومعبرة الطابع الأوثوماتيكي لأشكال السلوك المبرجة في هذا الجزء من الدماغ .

قام هولست بفرز أسلاك شمعية ناعمة في نقاط معينة من دماغ دجاجات مخدرة بعد أن قام بدهنها كاملة عدا رأسها بمادة خاصة لتأمين عزلتها الكهربائية . شفت الدجاجات بعد ذلك تماماً وعاشت حياتها العادية لعدة سنوات دون أن تسبب لها الأسلاك الموجودة في دماغها أية مضايقات . كان هولست قد تعمد غرز رؤوس هذه الأسلاك في الجزء من الدماغ الذي نتحدث عنه هنا . عندما بدأ بعد ذلك بتمرير تيار كهربائي خفيف ، تعادل قوته قوة النبضة العصبية ، في الأسلاك تحولت دجاجاته فوراً الى رويوتر (أجسام آلية) يتحكم بها من بعد : راحت الدجاجات ، كلما قام الباحث بوصل التيار الكهربائي ، تنفذ البرنامج المخزن هناك في النقطة من الدماغ التي كان ينغرز فيها السلك الناقل للتيار . كانت هناك دجاجات بدأت فجأة بالنظر المتقصي الى بعيد ثم أخذت تقرب نظراتها شيئاً فشيئاً على الأرض حتى وصلت الى قرب أرجلها ثم بدأت تصبح مذعورة محاولة الحرب غير أنها عادت بعد ذلك الى الهجوم بمنقارها ومخالبها على عدو لم يكن موجوداً على الإطلاق . بكلمات أخرى ، هنا انطلق البرنامج : «الدفاع ضد عدو أرضي» ، أي جملة من السلوك الموروث عند الدجاج . بما من أحد يستطيع أن يعرف كيف عاشت الدجاجة المشهد الذي أثارته النبضة الكهربائية ، عما إذا تحيل لها أنها ترى العدو الشبحي الموهوم في هيئة ثعلب أو ضبع أو أي شيء آخر .

الشيء المؤكد هو فقط أن الدجاجة تتصرف وكأن العدو حقيقي تماماً . عندما كان الباحث أخيراً يقطع التيار كان يبدو على الدجاجة الارتياح المترافق مع شيء من الذبول وكأنها تتمتع بآين بقي العدو الذي توجب عليها للتو الدخول معه في معركة مريرة . ثم كانت تتبع ذلك خاتمة مثيرة للاهتمام : كانت الدجاجة تصفق بجناحيها مطلقاً صيحة النصر .

ولم لا ؟ لقد اختفى العدو فعلاً بعد معركة حامية . إن الدجاجة لا تعرف شيئاً عن وظائف الدماغ . كيف كانت تستطيع أن تكتشف أن ليس قوتها الذاتية هي التي جعلت العدو يختفي فجأة ؟ ولكن علينا أن لا نتسرع في الحكم . إن السبب الذي جعل الدجاجة تحكم على الموقف بصورة خاطئة هو في الحقيقة أعمق مما نتصور .

ما من دماغ على الإطلاق يستطيع أن يعرف بأية طريقة من الطرق عما إذا كانت النبضة العصبية الواصلة الى أحد مراكزه قائمة من مصدر طبيعي أم من أي مصدر آخر . وهذا لا ينطبق على دماغ الدجاجة وحدها . لو أجريت هذه التجربة معنا ذاتنا لما توفرت لنا أيضاً أدنى امكانية لاكتشاف الطابع الاصطناعي المركب للحدث الذي أثارته فينا النبضة الكهربائية . إذ أن حتى هذا الذي نسميه «الواقع» لا وجود له في دماغنا إلا على شكل نبضات كهربائية - لكنها معقدة الى درجة تفوق التصور . لقد قاتلت إذن دجاجات هولست بناء على ضغط زر ، وراحت بأمر كهربائي تصيح وتنفس ريشها وتلتهم طعامها وتشعر فجأة بالشبع . كانت تلجأ الى النوم أو تبحث قلقاً في محيطها عن عدو بدا لها أنه موجود . يتضح من كل هذا أن هذه الأشكال من السلوك والتصرفات مورثة وموجودة ، كما أشارت

التجارب ، على شكل برامج جاهزة في مواقع محددة من الدماغ . إنها ردود غموضية على مواقف يتكرر حصولها في حياة هذه الحيوانات . إنها تعبير عن خبرات لم تكتسبها الدجاجة المنفردة وإنما عدد لا حصر له من أفراد النوع خلال الملايين الكثيرة من السنين التي تطورت فيها النوع بتأثير الطفرات التي اختار المحيط من بينها الأفضل أي اصطفى منها ما يناسبه . بواسطة هذه العملية التطورية نفسها جُهِّزَت أيضاً البرامج السلوكية الموصوفة هنا وحُسِّنت واستكملت ببطء وباستمرار لكي تتسجم مع المتطلبات الوسطية لمحيط هذه الحيوانات .

كما أن الخلية البدئية العمدية النواة اكتسبت ، لكي تحسن فرص بقائها ، شيئاً فشيئاً وظائف متخصصة معينة كالتنفس والتركيب الغشوي بأن أخذتها جاهزة من المحيط بأن ابتلعت أو اتحدت مع خلايا متخصصة مناسبة (أي التي كانت قد اكتسبت «خبرات» معينة) اتخذتها كمضيفات لها ، بنفس الطريقة يستفيد هنا الفرد المتعدد الخلايا من خبرات عدد كبير من أفراد نوعه . ثم عملت الطفرة والاصطفاء على أن يتم تناقل هذه الخبرات بالوراثة . أما المحصلة فهي مجموعة من النماذج السلوكية الموروثة والمدرسة لأن الأجيال السابقة قد قامت باختبارها والتأكد من نجاحها .

يسمى العلماء هذا النوع من الخبرات الموروثة «غرائز» . لم تزل هذه الغرائز موجودة لدينا نحن البشر أيضاً . غير أنها لم تعد تسيطر علينا كما هو الأمر لدى الحيوانات . رغم ذلك فإن ما نسمعه أحياناً من شكوى من «الفقر في الغرائز» لدى الإنسان يقوم على سوء فهم . إن التراجع في التجهيزات الغريزية الذي حصل لدينا عبر الزمن هو وحده الذي هيا أمام جنسنا الفرصة لأن يصبح «ذكياً» .

صحيح أننا بذلك قد فقدنا الحس الموجود لدى الطيور المهاجرة التي تبدأ رحلتها نحو الجنوب في الوقت المناسب تجنباً للبرد القاتل على الرغم من أنها لا تستطيع أن تعرف أن هذا البرد سيأتي ، لكن من يريد اكتساب القدرة على أن يتعلم هو ذاته بدلاً من أن يأخذ ببساطة أجوبة غموضية جاهزة يرونها منذ ولادته يتوجب عليه أن يتخلل عن هذا النوع من الانسياق المريع في المحيط .

بما أننا نمثل كدماغاً يعطينا الامكانية لأن نعي ذاتنا فإننا نعيش غرائزنا . إننا نعيشها كحالة نفسية وكدوافع ، كمخوف أو حزن أو سرور . كجوع أو عطش . كقوة جنسية جاذبة . كهذا الذي نسميه «جمال» انسان معين أو ذاك الذي يجعلنا نشعر بالقرص عند النظر الى حلزاة غشائية الشكل .

نعيش هذا الفعل الانعكاسي أيضاً في الشعور اللاإرادي الذي نقوم ببناء عليه برد فعل عفوي على احتكاك جسمنا بجسم انسان غريب في مكان مزدحم . أو كاشمترنا بضمنا عند النظر الى شخص يثير فينا الشعور بالعداء أو نحس أنه يشكل خطراً علينا دون أن تكون لنا معرفة سابقة به .

في كل هذه وغيرها من الحالات الكثيرة الأخرى نقوم اوتوماتيكياً بتصرفات موروثة ليس لنا عليها أي تأثير نستسلم لها أو نحاول السيطرة عليها عقلياً بواسطة تخنا . لهذا السبب نقول أن الغضب «أخرجنا عن طورنا» وأن الفرح أو الحزن وسيطرنا علينا . يعود الكثير من مشاكلنا في التعامل اليومي ، سواء في الحياة الخاصة أو حتى على مستوى العلاقات السياسية بين الشعوب ، الى أن تصرفات من هذا النوع تحصل لا إرادياً وغريزياً وإننا نحتاج الى بذل جهد وإع مركز لكي نكتشفها ثم لكي نسيطر عليها .

كل هذا لن يكون شيئاً لو لم يتعلق بمراث قديم العهد . إن ما يتحرك فينا هو برامج تتحدّر من العصر الحجري ومن مئات ملايين السنين التي سبقتها . إن «النصيحة» التي تقدمها لنا ضد إرادتنا هذه المشاعر الغريزية تستحق لذلك أن ننظر إليها بكثير من الحيلة والحرص لأنها نشأت على أرضية التجارب التي أجريت في عالم لم يعد عالماً بل ولّى منذ زمن بعيد .

لقد خلف جنسنا وراه ، شيئاً فشيئاً خلال ملايين السنين الأخيرة من تطوره ، الاطمئنان الأمني المنعم المتحقق بواسطة نظام غريزي قوي لا يخطئ . وفتح أمامنا عوضاً عن ذلك بعداً جديداً للمعرفة الواعية ، أي للامكانية المليئة بالمخاطرة لأن نتعلم ونكتسب الخبرات الفردية . يبدو أننا لم نحصل بذلك على استقرار متوازن جديد . إذ لم نزل في المستوى الحالي من تطوّرنا نخضع بسهولة إلى الميل بأن نواجه مشاكل عالماً المتعدن ، الذي بنيناه بعقولنا ، بالبرامج التي ربما كانت هادفة في العصر الحجري . «لم يعد حيواناً ولم يصبح ملاكاً بعده» ، هكذا وصف بليز باسكال وضع الانسان . إن طريقتنا البيولوجية العلمية في النظر إلى جنسنا ، الذي نجسد نحن اليوم المستوى التطوري الذي وصل إليه ، تؤكد التشخيص الذي وضعه هذا الفيلسوف الكبير . إنها تذكرنا مجدداً بأننا بالتأكيد لسنا نهاية ، وفي كل الأحوال ليس هدف التطور بل إننا لسنا سوى معاصري مرحلة انتقالية تقع فيها على عاتقنا ، سواء أردنا أم أبينا ، المسؤولية بأن لا نغلق الطريق أمام استمرار هذا التاريخ .

أن يكون دماغنا مؤلفاً من طبقات متشكلة بتسلسل زمني بالطريقة التي وصفناها ، فإن هذا يعود ببساطة إلى أنه قد نما خلال عملية التطور كما تنمو الشجرة . عند النهاية العليا من النخاع الشوكي ، الذي تتجمع فيه جميع الحويوط العصبية القادمة من الجسم أو المتوجهة إليه مشكّلة ما يشبه الكابل (الحبل) الشفون ، تشكّلت في البداية القاعدة الدماغية التي توجه الوظائف «البنائية» التي لا غنى عنها لأي من متعددات الخلايا الأعلى .

بعد اكتمال تشكل هذه القاعدة تشكل فوقها ، بعد مئات ملايين السنين ، برعم أدى تطوره خلال مئات ملايين السنين أيضاً إلى تجمع كبير من الخلايا العصبية التي شكلت جذع المخ الأعلى . ثم تكررت بعد ذلك نفس العملية : بدأت تتشكل فوق الجذع المخي كتلة صغيرة لم تزل موجودة لدى الأسماك كمركز لحاسة الشم حصراً . ثم نمّت هذه الكتلة الصغيرة خلال تطورها اللاحق حتى بلغت حجماً غير متوقع ، بحيث أصبحت لأول مرة لدى أنصاف القردة كبيرة إلى درجة أنها صارت «غذاء» ضم جميع الأجزاء الأخرى وأخذ في الوقت نفسه يحتل شيئاً فشيئاً دور التحكم بوظائفها .

أما لدى الإنسان فقد كان غو الحجم كبيراً إلى درجة أن الشريحة العليا من هذه الطبقة الدماغية لم تجد مكاناً كافياً لها في فراغ الجمجمة مما جعلها تتطوي على ذاتها مشكلة الكثير من التلافيف . ترتب على هذا النمو الكبير في الحجم أن حصل مالئ هذا العضو على مقدار من الحرية في سلوكه لم يكن قد عرف من قبل : ظهور الإمكانية لإدراك الذات ، ولأول مرة في تاريخ الحياة ظهور القدرة على التعرف الموضوعي على المحيط كعالم للأشياء وعلى التعامل معه بطريقة مخططة . وعي الذات . عوضاً عن المحيط الذي تملي خصائصه قواعد السلوك الذاتي ، عالم «موضوعي»

يمكن التحكم بما فيه من أشياء . خيال يستطيع أن يرى مسبقاً الإمكانيات المستقبلية والنتائج المترتبة على أفعاله بحيث يستطيع إدخالها مسبقاً في حساباته . حرية في التصرف وصلت إلى حد أن القائم بالتصرف يستطيع حتى مقاومة البرامج الغريزية الموروثة ويستطيع التصرف ضدها عندما يبدو له أنها تتعارض مع مسؤولياته الأدبية والأخلاقية التي أصبحت تمثل معايير جديدة بالنسبة له . هذه هي أبعاد الواقع لم يكن موجوداً من قبل . لقد بلغت الحياة على الأرض مع ظهور المخ البشري درجة جديدة من درجات التطور .

عما لا شك فيه أن كل هذا جديد تماماً وذو نتائج انقلابية . لكن هذه المرحلة من التطور ليست معلقة في الهواء ، كما نعتقد دائماً ، فقط لأننا نحن البشر هم أولئك الذين يمسدون بها . إنها هي أيضاً ليست سوى حلقة في تاريخ طويل عمره مليارات السنين . إنها تقوم على كل ما سبقها . ينطبق عليها أيضاً بلا قيود ما تأكدنا منه دائماً عند الانتقال من مرحلة إلى أخرى لدى الخطوات السابقة من نفس التاريخ : الإمكانيات التي يستغلها مستوى معين من التطور هي دائماً محصلة لتجميع الإنجازات الأساسية التي كانت قد تحققت في مراحل التطور الحاصلة قبلها .

عما لا شك فيه البتة أن المخ البشري فتح واقعاً لم يكن موجوداً على الأرض من قبل . لكن حتى هذه القدرات الجديدة لدماغنا مهما بدت جديدة وأصلية فهي مبنية على إنجازات مفرقة في القدم . إن عقلنا لم يهبط من السماء . بل هو أيضاً له جذور تمتد في اعماق التاريخ السحيق .

لنبحث إذن عن آثار الماضي في المرحلة التي بلغها دماغنا البشري وفي إنجازاته المدهشة . لقد سبق وشرحت في فصل سابق الأسباب التي تؤيد الافتراض بأن الانجازات من النوع الذي نسميه في لغتنا اليومية «نفسياً» موجودة أيضاً بشكل مستقل خارج الأدمغة . بناء على ذلك يجب أن يعتبر الدماغ ، هكذا استنتجنا آنذاك ، على أنه ليس العضو الذي ينتج - كما نفترض دائماً - هذه الإنجازات وإنما العضو الذي جمعها لأول مرة في رؤوس الأفراد بعد أن كانت قد نشأت قبل ذلك بوقت طويل .

لدى معالجتنا على الصفحات السابقة لبرامج السلوك المخزنة في جذع الدماغ تأكدنا من صحة هذا القول بالنسبة لهذا الجزء من الدماغ . تبين لنا أن ما تجمع هنا هو تركيز خبرات عدد لا يحصى من الأسلاف . لكن كيف مستظهر آثار الماضي عندما يتعلق الأمر بإنجازات المخ ؟ لنحاول بالتسلسل استعراض ما يمكن قوله حول هذا الموضوع ١ .



٢٠. أقدم من جميع الأدمغة

في أواسط الستينات أجرى البروفسور جورج أونغار من جامعة بايلور في هوستون ، تكساس ، سلسلة من التجارب التي تذكرنا خطواتها الأولى قليلاً بطرق التعليب الصينية القديمة . قام هذا الباحث بحبس فئران بيضاء عدة ساعات يومياً في أحواض زجاجية مفتوحة من الأعلى وعلق فوق الفتحة صفيحة معدنية بحرة الحركة . ثم سلط على الصفيحة المعدنية مطرقة صغيرة تغرب على الصفيحة اوتوماتيكياً ضربات متلاحقة بفواصل زمني قدره بضع ثوان . كان يصدر عن ذلك في كل مرة صوت قوي حاد ينطلق فجأة كطلقة المسدس .

كان من السهل عند مراقبة هذه الفئران التأكد من مدى انزعاجها من هذه الاصوات . كانت ترتعش مرعوبة كلما دقت المطرقة على الصفيحة المعلقة فوق رؤوسها . لكن الفئران أيضاً قادرة على التعود . بينما كان هذا الباحث الأمريكي يتابع اجراءاته المزعجة على مدى أيام وأسابيع متواصلة كان ارتعاب الفئران يتناقص يوماً بعد يوم على الرغم من أن شروط التجربة لم تتغير . لقد تعود على الصوت المفاجيء المزعج . وأخيراً لم تعد أية قارة تبدي أي انزعاج أو اهتمام بما يحصل فوقها مهما زادت حدة الطرق .

بهذه الطريقة درب بروفسور أونغار عشرات ومئات الفئران ، التي قام بعد ذلك بقتلها وابتزاع أدمغتها وحفظها في درجة حرارة منخفضة . عندما جمع هذا العالم كمية كافية من الأدمغة ، التي كانت قد تعودت على الضجيج المزعج أو التي ، كما كان يرى ، لا بد أن يكون هذا والتعود قد تخزن فيها بطريقة ما ، قام بتلويب الجليد عنها وراح يبحث فيها عن رن س ، نوع من الحموض النووية .

كانت هناك عدة أسباب دفعت أونغار إلى العمل بصبر وجهد لسحب أكبر كمية ممكنة من حموض رن س من أدمغة تلك الفئران . في أثناء الحرب العالمية الأخيرة أشار عالم الاحياء السويدي مولنر هايدن

إلى أن ظاهرة الوراثة البيولوجية تشبه الوظيفة السيكلوجية (النفسية) للذاكرة . كان هذا العالم السويدي يرى أن النوع يعطي عن طريق الوراثة لكل فرد من أفرادها كل ما تعلمه هذا النوع خلال كامل مسيرته التطورية . بناء على ذلك فإن الوراثة هي من الناحية المبدئية ليست سوى «ذاكرة النوع» .
كان العلماء آنذاك يعرفون جيداً أهمية الحمضين النويين د ن س (الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين) و ر ن س (الحمض النووي الريبي) : لا يختلف عن د ن س في أي شيء سوى أنه يحتوي على ذرة أوكسجين وإحدى زيادة عنه) كحاملين للمادة الوراثية . لذلك خطرت على بال هايدن فكرة بدت مغامرة للوهلة الأولى تقول ربما يكون ر ن س حاملاً أيضاً للذاكرة الفردية ، أو بكلمات أخرى ، ربما يشكل المادة التي تتألف منها ذكرياتنا ؟ :

إذا كانت هذه الجزيئات الرائعة قادرة على «تخزين» مخطط بناء الإنسان بكل تفاصيله ودقائقه ، من لون العين حتى المواهب والطباع الشخصية (أو ، في حالة ر ن س ، قادرة على نقلها من نواة الخلية إلى الجسيمات الريبية الموجودة جاهزة في هيولى الخلية) ، فإنها ربما تكون قادرة أيضاً على تسجيل القصة الكاملة لحياة الإنسان والإحفاظ بها ؟ لذلك بدأ هايدن بتدريب الفئران . كان يتوجب على هذه الحيوانات في تجربته ، لكي تصل إلى غذائها ، أن تسير على سلك رفيع مشدود بصورة جيدة . كان هايدن قد ترك مجموعة من الفئران تحصل على طعامها دون أن تقوم بهذه الرحلة الشاقة . أشارت التحليلات اللاحقة إلى أن : التدريب يؤدي إلى زيادة كمية ر ن س في أدمغة الفئران بصورة ملحوظة .
كان الشخص التالي الذي مسك هذا الحيط وتابعه هو العالم النفسي الأمريكي جيمس ميكونل . أجرى ميكونل تجاربه على الديدان . لقد تمكن بصبر وجهد أن يعلم هذه الكائنات البديائية أن تربط بين إشارة ضوئية وصدمة كهربائية . كان يسلط على الديدان إشارة ضوئية للحظة قصيرة ثم يتبعها بعد بضع ثوان بصدمة كهربائية ويعد هذه العملية مرة كل دقيقتين . بعد بضع أسابيع تمكنت الديدان من تعلم وجود العلاقة بين الإثارتين – أصبحت الآن ترتعش كلما سقطت عليها الإشارة الضوئية وقبل أن تصلها الصدمة الكهربائية .

عندما قام ميكونل بعد ذلك بقتل الديدان المدربة وطحنها وقدمها طعاماً لديدان أخرى غير مدربة لاحظ أمراً مدهشاً : لقد ابتلعت ، كما هو غني عن البيان ، الديدان (العديّة الخيرة) مع وجبة الطعام ، المؤلفة من لحوم الديدان المدربة ، الخيرة التي اكتسبتها هذه الأخيرة في أثناء تدريبها . لقد تعلمت بعد اتهامها لرفيقاتها الدرس «الصدمة الكهربائية تتبع الإشارة الضوئية» خلال زمن لا يبلغ سوى جزء من الوقت الذي احتاجته رفيقاتها ؛ لابل إن بعضها حفظ الدرس منذ اليوم الأول ..
بما إن ميكونل كان على إطلاع على تجارب هايدن لذلك قام باستخلاص ر ن س من أجسام الديدان المدربة وزرقه في أجسام ديدان أخرى من نفس النوع .. حققت النتيجة نفس النجاح . كان من الواضح أن جزءاً مما تعلمته الديدان الميتة قد انتقل عن طريق الحقن إلى الديدان المحقونة . هل كانت حموض ر ن س إذن هي فعلاً للمادة التي تتألف منها الذكريات الشخصية ؟
أثارت التقارير حول تجارب ميكونل في نهاية الخمسينات اهتماماً عالمياً . نستطيع أن ننظم أن تكون

ردود الفعل الأولى مشككة أو حتى رافضة ، لأن النتيجة بدلت كتوقع من الخيال . لم تؤخذ التجارب في البداية على عمل «الجد» إلا من الصحف الساخرة . «عليك أن تأكل أستاذك» ، هذه كانت النصيحة التي كنت تقرأها آنذاك في جميع النشرات الجامعية الأمريكية . لكن بعد ذلك بدأت تتوارد شيئاً فشيئاً التقارير من مخابر مختلفة في شتى أنحاء العالم مؤكدة صحة النتائج .

عندئذ بدأ الجدل حول ما إذا كان ما تم نقله هو فقط تحسن في القدرة على التعلم أم إنه فعلاً ذكريات منفردة مملعة وملموسة . لم يكن حسم هذه المسألة ممكناً إلا بإجراء تجارب على حيوانات أعلى يتم تدريبها على دروس معقدة . كان جورج أونغار واحداً من العلماء الذين تجرأوا على العمل في إجراء هذه التجارب التي يحتاج تحضيرها وتنفيذها ستين عذبة والتي كان يبدو هدفها نوعاً من المغامرة .

عندما قام أونغار في عام ١٩٦٥ بحقن فئران «غذبة الخبرة» بحلول رن س مركز مأخوذ من أمعاء فئران مدربة حصل على نتائج تبشر بالنجاح . تبين له أن الفئران المحقونة بهذا المحلول كانت منذ البدء غير حساسة تجاه الصوت المزعج ما وإن خوفها منه كان منذ البدء ضعيفاً بحيث تعودت عليه بصورة أسرع مما هو الحال عادة لدى هذا النوع من الفئران . لقد أدى الحقن في هذه الحالة إلى التعود على إثارة أو على وضع لم تكن الحيوانات المحقونة نفسها قد عرفت من قبل على الإطلاق .

غير أن هذه النتيجة لم تكن بالنسبة لأونغار برهاناً كافياً . كان يريد أن يتوصل ليس إلى نقل «تعود» وحسب بل إلى نقل «ذكرى» حقيقية ، أي شيء مما تحويه الذاكرة . قام لهذا الغرض بتدريب جرذان على ما يخالف طبعها ، أي ما يخالف غريزتها الموروثة ، وهو أن تتجنب المكان المظلم وأن تعيش فقط في الأماكن المضاءة . تم تنفيذ الدرس باستخدام الصلصات الكهربائية عندما تقوم الجرذان بتصرف خاطيء .

وضع الجرذان منفردة في أقفاص صغيرة نصفها مضاء ونصفها الآخر مظلم يحتوي كل منها على معلقين للطعام يقع أحدهما في النصف المضاء والآخر في النصف المظلم . أي جرذون عادي سيتناول طعامه في مثل هذا الوضع حصراً من المكان المظلم ، لأن الجرذان هي حيوانات «ليلية» (تنشط ليلاً) . لكن أونغار تمكن بسرعة من جعل جرذاته تنخل عن هذه العادة بأن جهز الأقفاص بشبكة كهربائية تصلم الجرذون الذي يحاول أكل الطعام الموجود في المعلق المظلم . بما أن الجرذان هي حيوانات ذكية جداً فقد تعلمت جميعها خلال وقت قصير ما يجب عليها تعلمه . لقد راحت تتجنب نهائياً منذ الآن جميع الأقسام المظلمة في أقفاصها وأصبحت تتحرك حصراً في الأقسام المضاءة ، علماً أن هذا شيء لا تفعله الجرذان إطلاقاً في الظروف الطبيعية .

أصبحتا نعرف الآن طريقة متابعة التجربة . قام أونغار باستخلاص محلول مركز غني بـحموض رن س قدر الإمكان من أدمغة الجرذان التي تعلمت أنه من المفضل ، خلافاً لكل ما هو معروف في عالم الجرذان ، الابتعاد عن المناطق المظلمة في أقفاصها . إذا كان للباقة التي تتألف منها الذكريات علاقة بـحموض رن س ، عندئذ يجب أن يكون «الخوف من الظلمة» ، الذي تعلمت الجرذان ، موجوداً الآن في هذا المحلول ، هكذا افترض أونغار .

عندما قام هذا الباحث بحقن جرذان غير متعلمة بهذا المحلول تأكد من صحة فرضيته بصورة لا تقبل الطعن : جميع الحيوانات المحقونة بهذا المحلول تصرفت وكأنها تعرف أن دخولها في المنطقة المظلمة سيسبب لها صدمة كهربائية على الرغم من أن أي منها لم يكن قد وضع من قبل في هذه الأقفاص المجهزة خصيصاً لإجراء التجربة . بذلك تمت البرهنة لأول مرة على أنه يمكن كيميائياً نقل «ذكريات» نوعية محددة من فرد إلى آخر .

ما هي المادة التي تتألف منها هذه الذكريات إذن ؟ لم تنته بعد المناقشات الدائرة حول هذه المسألة . أما أونغار من جهته فقط استخلص ، بعد تجارب استمرت سنتين عديدة من أمثلة آلاف الفئران التي دربا على الخوف من الظلمة ، في عام ١٩٧١ بالإضافة إلى كميات كبيرة من حمض رن س ، استخلص مادة خالصة كيميائياً سماها «سكوتوفوين» (أي «خوف الظلمة» : من اللغة اليونانية : سكوتو = ظلمة ، فوين = خوف) . لم يكن سكوتوفوين حمضاً نووياً وإنما مادة بروتينية . وهذا لم يكن يعني أية مفاجأة لأن دن س أيضاً ينقل في نواة الخلية ما لديه من معلومات بواسطة رن س بروتيني (إنزيم) يسمى الحمض رن س الرسول ، الذي له تركيب خاص يحقق هذا النقل .

هل يتشكل إذن في دماغنا ، كلها حشنا حدثاً أو أدركنا مسألة أو كوناً فكرة ، بمساعدة رن س قطعة بروتينية يمثل تركيبها الخاص نوعاً من «التسجيل» للحالة المعاشة ، نوعاً من الأثر الدائم الذي يتركه هذا الحدث أو هذه الفكرة في دماغنا ؟ هل هذا هو الأساس الذي تقوم عليه ذاكرتنا ، أي هل هو المستودع الذي نأخذ منه قصة سمعناها أو لحناً موسيقياً حفظناه أو شكل وجه تعرفنا عليه ، عندما «نتذكر» ؟ هناك بعض الدلائل التي تؤيد ذلك . لقد تمكن أونغار ، حسب آخر المعلومات ، من تركيب مادة الذاكرة «سكوتوفوين» في المخبر . (في هذه الحالة أيضاً يتعلق الأمر بسلسلة واحدة محددة من الحموض الأمينية ، واحدة من بين عدد لا محدود ، «تتبعي» ، أي تعبر عن هذه المعلومة المحددة بالذات) . عند حقن الجرذان بمادة سكوتوفوين الاصطناعية تكتسب فوراً صفة الخوف من الظلام وتفضل الإقامة في الجزء المضاء من القفص . تستمل هذه الحالة ، عند تأكيدها بصورة قطعية ، ذروة العملية بكاملها ، أي نتيجتها القصوى الممكنة منطقياً : الامكانية لـ «تركيب الذكريات اصطناعياً» .

ولم لا ؟ إذا كنا قد قبلنا أن يكون «الواقع» الذي نعيشه موجوداً في دماغنا في شكل إشارات كهربائية معينة معقدة (عما يوفر الإمكان لأن تنتج اصطناعياً أجزاء من هذا الواقع بواسطة إشارات كهربائية ندخلها إلى الدماغ - تجربة الدجاجات) ، فلماذا يتوجب علينا أن ننفي إمكان تحضير الذكريات بطريقة كيميائية ؟ إذا ما فكرنا بالنتائج العملية التطبيقية التي قد تترتب في المستقبل على هذا الإكتشاف فإننا نصاب بالدوخان . لكن هذا أيضاً ليس إعتراضاً مفيداً بالتأكيد .

رغم ذلك سأعقب الاعتقاد في حججي على النتائج التفصيلية لتجارب أونغار لأن هذا الحقل الجديد الهام من البحوث البيولوجية الجزيئية في مجال الذاكرة لم يزل في بداياته . إن الحجة الهامة بالنسبة لتسلسل أفكارنا في هذا الموقع يمكن أخذها من مستوى جزئي متواضع من نتائج تجارب أونغار وغيره من الباحثين الذين عملوا في السنين العشر الأخيرة في مجال تجارب ونقل الذاكرة .

مع كل ما يوجد اليوم من شكوك حول بعض النتائج التفصيلية والتفسيرات لهذه التجارب فإن هناك أمراً مؤكداً لا جدال فيه وهو أن الحموض النووية ، وبالدرجة الأولى حموض رن س ، ولها علاقة مامع الذاكرة . هذه الحقيقة الثابتة تقى رغم تواضعها بغرض المحاجة التي نسمى إليها هنا . إذا ما نظرنا إلى الحقيقة القائلة ان رن س ولها علاقة مامع الذاكرة ، أي لها علاقة مع القدرة الفردية على التذكر ، إذا ما نظرنا إليها من المنظور التاريخي التطوري ، عندئذ نتوصل إلى استنتاج ذي أهمية بالغة . عندئذ نلاحظ ان قانون «الاقتصاد الطبيعي» الذي أثبتنا عليه كثيراً قد لعب دوراً أيضاً لدى بناء الدماغ . عندما بدأ التطور آنذاك قبل حوالي مليار سنة ينتاج الأمعة البدائية الأولى ، وعندما تبين خلال التطور اللاحق أنه من المفيد منح هذا العضو المركزي القدرة على اكتساب الخبرة بطريقة فردية ، عندئذ لم يبذل التطور جهوداً جديدة لتطور هذه القدرة من جديد .

لم يكن بحاجة إلى ذلك . كانت تتوفر أمامه إمكانية أسهل لتحقيق هذا الهدف . لم يكن يحتاج سوى العودة إلى مبدأ جاهز قديم ، إلى الاختراع الذي كان قد صممه قبل ملياري سنة . لقد كان آنذاك قد استخدم ببساطة الطريقة التي كان بواسطتها منذ البدايات الأولى للحياة قد «خزن المعلومات» بنجاح كبير لكي يتمكن بعدئذ من نقلها إلى الأجيال اللاحقة كـ «مادة وراثية» . «ذاكرة النوع» وقدرة الفرد على «التذكر» ليستا متشابهتين وحسب بل تقومان من حيث المبدأ ، كما أشارت تجارب أونغار وزملائه ، على نفس الآلية الجزيئية .

إذا كان سكوتو فوين وبروسور أونغار يحتمى فعلاً على خبرة الجردان المدربة المتجسدة بالخوف من الظلمة فإن هذا سيكون برهاناً قاطعاً على ان الذكريات يمكن أن توجد أيضاً خارج الأدمغة الفردية . لكننا لا نحتاج للبرهنة على أفكارنا كل هذا القدر من الملموسية . بل تكفي الفرضية الحقيقة الواقعة بأن الوراثة والذاكرة هما شكلان مختلفان لنفس المبدأ البيولوجي . وهذا يعني أن الأمعة الأولى لم تكن بحاجة إلى تطوير أو إنتاج «الظاهرة النفسية» ذاكراً . كان المبدأ موجوداً وجاهزاً . لم يكن الدماغ بحاجة إلا لأن يأخذه كاملاً كقطعة جاهزة مسبقاً . تماماً بنفس الطريقة التي فعلتها الخلايا البدئية مع العضيات . لقد تكرر هنا في مرحلة المخ نفس الأمر الذي كان يحصل دائماً منذ بدء التاريخ : بنى جاهزة مسبقاً كقطع بناء صغيرة اتحدت مع بعضها البعض مشكّلة أرضية المرحلة التالية الأعلى . لم يكمن إذن التجديد الانقلابي ، فيما يتعلق بالوظيفة التي تدرسها هنا ، في أن القدرة على التذكر قد ظهرت على الأرض لأول مرة مع ظهور المخ ، لأن الذاكرة هي أقدم من جميع الأدمغة . بل إن إنجاز المخ يكمن ، كما سبق وشرحننا بالنسبة لأجزاء الدماغ الأخرى الأدنى ، في أنه مكن الفرد من الاستفادة من هذه الوظيفة المغروقة في القدم .

من هذا المنظور يصبح نشوء المخ نتيجة منطقية إجبارية لما سبقه من تطور . بل ذلك يعتبر المخ ، على أي حال فيما يتعلق بالذاكرة ، الخفيد الشرعي للهيروجين . يتوجب على أن أشير هنا إلى أن هذا الرأي لا يمكن دعمه اليوم بالحجج الكافية بالنسبة للوظائف النفسية الأخرى . هنا تواجهنا مرة أخرى تلك الثغرات في معارفنا التي سبق وأشرنا إليها مراراً والتي لا يثير وجودها أي عجب لدينا ، بل على العكس

إن ما يثير العجب هو أننا أصبحنا اليوم قادرين على تكوين نظرة شاملة عن التاريخ الذي أحاول عرضه في هذا الكتاب . غير أنه يوجد على أي حال عدد من المؤشرات التي تؤيد فرضيتنا ، التي أصبحت مشروعة من خلال وصفنا لتاريخ التطور الممتد حتى الآن ، والتي تقول إن المرحلة من التطور التي يمثلها غنا هي أيضاً محصلة لإحداث وحدات جزئية أدنى .

عندما نقنع أن قدرتنا «النفسية» على التذكر ما هي إلا استخدام لوظيفة بيولوجية كانت موجودة لوقت طويل قبل نشوء الأدمغة والوعي ، عندئذ نستطيع أن نعتقد أننا وصلنا بذلك إلى أقصى الحدود . وصلنا إلى أقصى حدود التنازلات التي نستطيع أن نقدمها ككائنات حية وحيدة على الأرض فتحت أمامها أبواب البعد النفسي على مصراعها . عندئذ نكون قد تجاوزنا حكمنا المسبق المتمركز حول ذاتنا البشرية ، أي نكون قد تجاوزنا غرورنا المني على اعتقادنا بأننا الوحيدون من بين جميع أشكال الحياة الأخرى الذين نمتلك «العقل» . لا شك أن هذا الاعتقاد ما هو إلا وهم . سنواجه في المستقبل أفكاراً مشابهة لتلك التي قدمتها لنا بحوث الذاكرة في السنين القليلة الماضية .

إذا كنا أخيراً مستعدين تحت ضغط قوة الحجة إلى القبول بأن الظاهرة «ذاكرة» لا تقتصر على ما يسمى المجال النفسي فأننا للْحظة الأولى سوف نرفض انطباق هذا القول على إمكانية تبادل الخبرات . من المؤكد أننا لسنا وحدنا نحن البشر الذين نتبادل الخبرات التي تتعلمها بين بعضنا البعض . بل إن هذه الإمكانية متوفرة ، وإن كان محدود أضعف ، لدى الكثير من الحيوانات . قد يقول البعض أن هذا لا ينطبق إلا على المرتبة العليا من الحيوانات ، أي فقط على تلك التي تمتلك دماغاً متطوراً يجعلها تضطر إلى أن تعترف لها أنها تمتلك جزءاً متواضعاً من «البعد النفسي» . أما التبادل الحقيقي للخبرات عن ودروس محفوظة بالتعلم خارج هذا البعد فهو غير ممكن ، لا بل يقع خارج حدود التصور . لننظر إلى أي مدى تستطيع هذه الحجة أن تصمد !.

قام العالم الأمريكي نورمان أندرسون في عام ١٩٧٠ بنشر دراسة تكميلية عن نظرية التطور يبدو أنها ستهدد فرضية تجمّع عقولنا بحق حصري متميز . كان أندرسون هو أول من صاغ الأفكار ، التي كانت مطروحة للمناقشة منذ عدة سنوات ، في دراسة علمية متكاملة . تقول هذه الدراسة إن «النقل الفيروسي» يجب أن يكون قد لعب دوراً حاسماً في عملية التطور .

يعني هذا القول المسألة المذهلة التالية : بما إن الفيروسات غير قادرة على التكاثر لوحدها فهي تقوم بمهاجمة خلية مستخلصة ما فيها من تجهيزات لتحقيق هذا الغرض . لقد سبق وشرحنا في مكان سابق من هذا الكتاب بالتفصيل قصة حياة هذه الكائنات الغريبة . لقد أوضحنا أن الفيروس يحقن الخلية بمادته الوراثية ويبرمجها بذلك على تعديل برنامجها بشكل أنها تستهلك ذاتها لإنتاج فيروسات كثيرة جديدة تقوم بدورها بمهاجمة خلايا جديدة وهكذا دواليك .

في عام ١٩٥٨ حصل عالم الأحياء الأمريكي يوشوا ليدربرغ على جائزة نوبل على اكتشاف كان قد قام به في عام ١٩٥٢ يقول إن عمل الفيروسات يؤدي في كثير من الأحيان إلى نقل المادة الجينية (الحاملة للمورثات) من خلية إلى أخرى . يقصد بذلك أن الفيروسات عند قيامها بطريقتها الغريبة في التكاثر تقوم

بدون قصد بنقل أجزاء (تنف) من حوض د ن س الموجودة في الخلية التي تواجهها إلى الخلية التالية التي تواجهها . (تشبه هذه العملية ما يقوم به النحل من نقل غير مقصود لخبثار الطلع من زهرة إلى أخرى) .

بعد فترة قصيرة اكتشف العلماء أن أجزاء د ن س المنقولة بهذه الطريقة من خلية إلى أخرى تكون أحياناً طويلة إلى حد ما . ليست نادرة الحالات التي تكون فيها هذه الأجزاء طويلة إلى درجة أنها تحتوي ٣ أو ٤ أو ربما حتى ٥ جينات (مورثات) كاملة يتم عملياً نقلها دفعة واحدة من إحدى الخلايا وزرعها في خلية أخرى . كان أندرسون هو أول من أوضح ما يمكن أن تعنيه هذه الآلية بالنسبة للتطور : إنها تعني أن الفيروسات تعمل كوسيط في تبادل «الخبثات» الجينية بصورة مستمرة بين جميع الأنواع الموجودة على الأرض . كل تقدم جيني وكل إختراع قام به التطور لدى أي كائن حي من الكائنات اللاحصر لها الموجودة على هذا الكوكب يصبح مبكراً أو متأخراً بهذه الطريقة تحت تصرف جميع الأنواع الأخرى بحيث يستطيع كل منها «قراءته» لاحقاً والاستفادة منه .

كانت هذه المقولة بالنسبة للباحثين وكأن غشاء قد أزيل عن عيونهم . الآن فهو المعنى الحقيقي لنبأائل الشيفرة الوراثية لدى جميع الأنواع . هذا الطابع الأسيراني الشمولي الموحد للغة التي تكتب فيها بواسطة د ن س جميع الوظائف وخطط البناء المكتسبة بالطفرة والاصطفاء مكنت جميع المتعضيات من المشاركة في هذا التبادل للخبثات الذي شمل كامل عملكة الأحياء . كلما تمكنت خلية من الخلايا من الخروج سالمة من معركتها مع الفيروس (والخلايا تملك بحق طرقاً دفاعية فعالة) تكون قد حصلت على الفرصة لفحص إمكانية استخدام الجينات ، التي نقلها هذا المهاجم بدون قصد ، لأغراضها الخاصة .

إذا كان تطور متعضيات نوع معين يستطيع أن يستفيد من التطورات الجينية والإختراعات التي تقوم بها جميع الكائنات الحية الأخرى الموجودة على الأرض (لنفكر فقط بقابلية الاستخدام الشاملة وبالتالي بقابلية المبادلة بين آلاف الانزيمات اللازمة للتمثل العضوي) ، عندئذ يسقط أيضاً الاعتراض الذي كان حتى الآن يجرى «التطوريين» (أنصار نظرية التطور) من علماء الطبيعة . مهما كان الزمن الممتد ثلاثة مليارات سنة طويلاً ، والذي كان موضوعاً تحت تصرف تطور الحياة الأرضية ، فإنه يبقى قصيراً نسبياً عندما يتعلق الأمر بنشوء كائنات حية كثيرة الخلايا من كائنات وحيدة الخلايا أو بنشوء البرمائيات والزواحف من المتعضيات البحرية ومن ثم أخيراً بدفع التطور إلى أبعد من ذلك نحو الأعلى حتى يصل إلينا ذاتنا نحن البشر .

إن الحجج التي تعتمد على الطفرة والاصطفاء لدفع عملية التطور إلى الأمام ولنشوء أشكال حياتية أعلى من أشكال أدنى هي بدون شك قوية بما لا يقبل الجدل . لقد تحدثنا عن هذه المسألة بالتفصيل في هذا الكتاب . لذلك لم يتراجع علماء التطور عن موقفهم عندما كان معارضوهم يحسبون لهم كم هو «قصير» فضلاً الزمن الذي كان تحت تصرف الحياة على الأرض . مما لا شك فيه أنهم لم يكونوا يشعرون بالارتياح أبداً عندما يواجهون هذا الاعتراض . لكن تبادل الجينات الذي يتم بواسطة الفيروسات أزال هذه المشكلة بطريقة مقنعة . إذا كان كل إختراع منفرد قام به التطور في أي مكان قد وضع مبكراً أو

متأخراً تحت تصرف جميع الكائنات الحية الأخرى ، عندئذ يجب أن يكون التقدم التطوري قد حصل بسرعة أكبر بكثير مما كان يبدو ممكناً حتى الآن .

لذلك يتوجب علينا عندما نفكر بالفيروسات أن لا نتذكر فقط موجة الرشع القادمة أو غيرها من الأمراض الفيروسية المزعجة ، بل علينا أن نعلم أن هذه الكائنات الصغيرة تعمل بلا توقف وبلا كلل أو ملل خلال مسيرتها الطويلة عبر جميع الأنواع والفصائل منذ مليارات السنين على أن لا يبقى أي تجديد جيني سريعاً أو معجوباً عن أي كائن يستطيع أن يستفيد منه أو يقوم بفعل أي شيء بواسطته . تبدو الأمور الآن وكأننا ما كنا موجودين اليوم على الإطلاق ، بعد خمسة مليار سنة من نشوء الأرض ، لولا أن الفيروسات قد عملت طيلة هذا الزمن الطويل على تحقيق هذا «التبادل الجيني للخبرات» .

أن تكون القدرة على «التخيل» لا تقتصر بأي حال على البعد النفسي وحده ، كما نفترض دائماً بدون مناقشة ، فهذا أمر سبق وتحدثنا عنه عندما عالجتنا كيفية التي تمكنت فيها فراشة الحور من اكتساب لونها الموهو أو الفراشة الهندية من التوصل الى الخلدعة التي تقوم على بناء هياكل خلية . من الطبيعي أن أي شخص يستطيع أن يرفض هذه الرؤى ويقول ببساطة إن كلمة «تخيل» لا تعني سوى الظاهرة النفسية . لكن هذا سيكون تقييداً للمفهوم لا لزوم له ولا يحقق أي هدف .

إن التشابه الشكلي بين عمل الطفرة والاصطفاء من جهة وبين الحركة الحرة لحواطرتنا ، التي نختار منها بطريقة عملة وناقلة ما نراه مناسباً على ضوء الضرورة وقابلية التطبيق ، من جهة ثانية هو تشابه واضح لا جدال فيه . إنه في الواقع كبير الى درجة تدفعني ، على ضوء النظرة التطورية التاريخية للأشياء ، الى الإدعاء بأن الأمر يتعلق في هذه الحالة أيضاً بشكلين مختلفين تحققت فيها من حيث المبدأ نفس الظاهرة على مستويين مختلفين من التطور . لهذا السبب علينا أن لا نستغرب إذا ما وجد علماء الكيمياء الحيوية في المستقبل (في المستقبل البعيد بالتأكيد) في دماغنا ، كعضو مجسّد خيالاتنا الفردي الشخصي ، عمليات تتطابق مع العمليات الصدفوية التي تحصل في جزيئة د ن س عندما تحصل طفرة من الطفرات . لن يكون لهذا الأمر أية أهمية بالنسبة لأفكارنا . إن المبدأ البيولوجي يستطيع أن يستخدم لتحقيق ذاته مواداً مختلفة . من ناحية أخرى ستكون الانعكاسات السيكلولوجية لمثل هذا الاكتشاف ، إذا ما تحقق يوماً ما ، بالتأكيد جذرية بالاهتمام وقيمة ، لأننا نستطيع أن نقول منذ الآن أن كثيرين من اولئك الذين كانوا يعارضون دائماً دور الصدفة في التطور سوف يعدلون موقفهم عند هذه النقطة فوراً . عمليات طفروية كمطلق وكأساس خيالاتنا ، هذا أمر يختلف تماماً بالنسبة لهم . هنا ستعجبهم فجأة الصدفة ، التي كانت تبدو لهم في جميع مستويات التطور الاخرى مرفوضة ، لأنهم سوف لن يفوتهم بالتأكيد ، عندما يتوجب عليهم الإقرار بوجودها في أدمغتهم ذاتهم ، أن يقدموها كشاهد رئيسي على حقهم بأنهم يملكون «إرادة حرة» .

يتوجب علينا في هذا السياق أن نتطرق أخيراً الى القدرة على «التجريد» أي تلك القدرة الذهنية التي تبدو لنا بحق على أنها انجاز انساني نوعي عالي التطور وعلى أنها بالتالي مستعصية على المعالجة بالطريقة التطورية التاريخية التي نحاولها هنا . هنا أيضاً يمكن إيجاد مراحل تطور سابقة ، أي ظهورات لنفس المبدأ

على مستويات أدنى من التطور . لا بل إن هذا سيكون سهلاً فور ما نتحرر من أحكامنا المسبقة المغرورة والقاتلة بأن الظواهر العقلية التي نعرفها من خلال تجربتنا الذاتية لا مثيل ولا أساس لها في المراحل التاريخية من التطور الذي حصل قبلنا .

أن يكون هذا فيما يتعلق بالقدرة على التجريد ليس سوى حكم مسبق أيضاً ، هذا ما لاحظته علماء السلوك الذين ركزوا اهتمامهم على موضوع صعب وهام أيضاً وهو الفصل بين السلوك المكتسب (بالتعلم) وبين السلوك الموروث «الغريزي» . لقد تحدث البيولوجي الألماني بيرنهارد هاسينشتاين قبل عدة سنوات عن مشاهدة نموذجية وهامة بالنسبة لتسلسل أفكارنا نعرضها هنا حرفياً كما وردت في النص الأصلي . كتب هاسينشتاين يقول : «كان لدى شخص أعرفه مختص في علم سلوك الطيور قمص معلق في وسط غرفة كبيرة وكان بابهُ مفتوحاً بشكل أن الزراير المقيمة فيه تستطيع أن تخرج منه وتعود إليه كما تشاء . كان القفص مصنوعاً على شكل شبك فتحاته واسعة بعض الشيء لكن العصافير لم تكن طبعاً قادرة على الخروج منها . وكانت العصافير قد تعودت على مربيها لدرجة أنها كانت تلتهم الطعام من يده وعلى الأخص عندما يكون مؤلفاً من ديدان الطحين التي تفضلها .

كان الموقف الذي تصارع فيه الغريزي والمكتسب على قيادة السلوك هو التالي : كان أحد العصافير موجوداً في القفص . أخذ المربي دودة ووضعها بمحاذاة الجدار الخارجي للقفص من الجهة المعاكسة للباب المفتوح . طار العصفور فوراً باتجاه الدودة وحاول جاهداً وعرارة الوصول إليها عبر الشبك - طبعاً عبثاً . من الواضح أن العصفور لم يفكر بالعودة الى الوراء والخروج من الباب المفتوح . كان من يراقب المشهد قد يظن أن العصفور لا يعرف هذا الطريق . لكن بدلاً بسيطاً في الموقف يؤكد أنه كان يعرفه : راح المربي ويبله الدودة يتعمد بيده شيئاً لثباتاً عن القفص وعن العصفور بحيث يصبح الهدف بالنسبة للعصفور أبعد وأبعد .

عند بلوغ بعد معين استدار العصفور فجأة نحو الباب الموجود خلفه وخرج من القفص بطريقة تدل على معرفته الجيدة للطريق ثم استدار ، عندما أصبح خارج القفص ، مرة أخرى باتجاه الهدف وانقض عليه بخط مستقيم .

أعيدت التجربة مراراً كثيرة وكانت النتيجة دائماً هي نفسها . لقد حرصت رؤية الطعام المفضل على مسافة قريبة لدى العصفور دافع الحصول على الطعام بالطريق المباشر - أي أنها حرصت طريقة السلوك الغريزي - بقوة الى درجة أنه لم يستطع أن يتحرر من تأثير هذا التحريض لكي يصل الى الهدف بالطريق الملتف المعروف ؛ عندما ضُفِّف التحريض ، دون أن يتعلم ، تمكنت الخبرة ، أي معرفة الطريق الملتف ، أن تجعل تأثيرها على سلوك العصفور فعالاً . الى هنا ما كتبه هاسينشتاين .

نواجه هنا مجدداً ذلك الميل الى الاستقلال ، الى الانفصال عن المحيط ، الذي تحدثنا عنه مراراً في السابق . يؤكد سلوك العصفور الموصوف أعلاه نفس الميل الذي رأيناه مراراً على شكل غنخل تماماً في مستويات أقدم وأدنى من مراحل التطور : لقد رأيناه لدى نشوء غشاء الخلية الذي منح المجموعة التي

بضمها استقلالاً معيناً عن المحيط ، كما رأينا أيضاً عند اختراع الدم الدافئ الذي حرر الفرد من الخضوع لتقلبات الحرارة الدورية في محيطه (هناك العديد من الأمثلة نذكر منها هذين المثالين فقط) .
عندما نضع مشاهدات هاستناتين في هذا السياق لا نحتاج الى كثير من الجهد لكي نتعرف على قدرة المصقور على التحرر ضمن شروط معينة من الانبهار بتأثير عرض قوي ، على أنها مقدمة (أو مرحلة سابقة) للقدرة التي تتجاوز هذه الدرجة المتواضعة من الحرية : القدرة على «التجريد» .
تكمن انجازات العباقرة الكبار أيضاً في أنهم تمكنوا من الاستقلال عن المحيط بطريقة لم يتمكنوا أي من سبقوهم أو عاصروهم : التحرر من الظاهر ، من المحسوس . إنها توفر لهم الامكانية لأن يكتشفوا الشيء المشترك الكامن خلف مظاهر المحيط المختلفة ، لأن يكتشفوا خلف الواجهة الظاهرة للعيان العلاقة ، أي القانون الذي يتحكم بما نراه .

كثيراً ما يُصور نيوتن وفي يده تفاحة كإشارة الى الفكاهة المعروفة التي تقول أنه توصل من مشاهدته لسقوط تفاحة على الأرض الى المعرفة بأن دوران الكواكب حول الشمس تسببه نفس القوة التي أدت الى سقوط التفاحة : أي قوة الجاذبية . هنا إذا كانت الحكاية قد حصلت فعلاً هكذا أم لا فهذا أمر ندعه جانباً ، لكن الفكاهة تصيب على كل حال بدقة رائعة لب الإنجاز النيوتني . تكمن عبقرية هذا الإنجاز في أن هذا الانكليزي العظيم تمكن من التحرر من المشاهدات المحسوسة وبالتالي من رؤية القانون الذي يمتدّ خلف الظواهر المختلفة ظاهرياً .

على إحدى الجهات تفاحة تسقط على أرض الحقل . وعلى الجهة الأخرى حركة النجوم التي تسير على مداراتها الهائلة حول الشمس في قبة السماء . أية قدرة على التجريد هي هذه ، وأية درجة من التحرر عن المظاهر العيانية المحسوسة ! عند هذا المستوى المتحقق من التطور أصبح الفرد قادراً على الاستقلال عن المحيط الى درجة أن التحرر من الخضوع الى ظواهر المحيط المحسوسة أصبح ممكناً . لم نعد ننظر الى العالم بسلبية كما يعرضه الإدراك الساذج وإنما أصبحنا الآن نسأل عن السبب الذي يقوم عليه .
عند هذه النقطة من التطور ، التي بلغ عندها الانفصال عن المحيط درجة القدرة على التجريد الذهني ، برزت ظاهرة جديدة . إنها ظاهرة «الوعي» ، أي القدرة على إدراك الذات ، أي الإمكانية الجديدة لأن نكوّن الأفكار حول ذاتنا ، لأن ندرك ذاتنا كدوّاءة .

إننا لا نعرف ما هو «الوعي» . إننا لا نمتلك المستوى الأعلى الذي نستطيع منه أن نراقب الظاهرة التي نريد إدراكها . غير أن ما عرفناه حتى الآن من علاقات قائمة بين مستويات التطور المختلفة الأدنى يمكن أن تشجعنا على الصياغة الحذرة بأن الوعي هو محصلة لتجميع الذاكرة والقدرة على التعلم والقدرة على تبادل الحبرات والقدرة على التخيل والتجريد ، التي كانت جميعها قد نشأت في مراحل التطور السابقة بصورة منفصلة عن بعضها البعض .

الأمر الذي لا شك فيه هو أن «الوعي» هو شيء جديد تماماً . جديد كما كان الماء شيئاً جديداً تماماً عند النظر اليه من مستوى الذرات المنعزلة . ورغم ذلك فإن كلا الظاهرتين هما بدون شك نتيجة لاتحاد «القديم» . كان هذا القديم بالنسبة للماء عنصرين غازيي الشكل . أما بالنسبة للوعي فإنه تلك الوظائف

المفردة التي ذكرناها أعلاه ، وغيرها من الوظائف العديدة الأخرى التي لم تبدى لنا بعد بهذا الوضوح الظاهري البارز ، التي اتحدت جميعها لأول مرة في هذه المرحلة من التطور ضمن «الأمعة» . إن الإثارات الحسية المنطلقة من المحيط تتحول في إدراكات الأفراد الممتلكين لهذا الوعي الى خصائص لأشياء موجودة موضوعياً . حيث كان جذع الدماغ يستطيع فقط أن يستقبل الإشارات القادمة من المحيط والتي تمثل جذباً أو دفعاً ، فائدة أو خطراً ، وأن يعطي الرد التكيفي المناسب ، أصبح المخ القادر على التجريد يسجل الخواص النوعية للأشياء الحقيقية في عالم ذي وجود موضوعي . إن ما حققه لأول مرة المخ البشري من إدراك لأشياء تبقى ثابتة (بدلاً من إثارات المحيط التي كان معناها يتأرجح بين حدود واسعة تبعاً للحالة البيولوجية الذاتية) هو مقدمة ضرورية لتسمية الأشياء . لكن هذا هو بداية نشوء اللغة . إن ثبات الأشياء هو الذي يتيح لنا اختراع واستخدام التسميات التي ليست متائلة مع الأشياء التي نطلق عليها هذه التسميات . هكذا تنشأ الرموز اللغوية التي تفتح أمامنا الامكانية الانقلابية لأن نتلاعب بـ«الألفاظ» بدون أن (أو قبل أن) نضطر الى تحريك الأشياء الحقيقية التي تعبر عنها هذه الألفاظ .

هذا أيضاً هو بدون أي شك شيء «جديد» . رغم ذلك علينا أن نتذكر في هذا الموقع أن التطور قد طبق بنجاح كبير نفس المبدأ قبل مليارات السنين على مستوى من التطور يقع بعيداً تحت مستوى الوعي : إن الشيفرة الثلاثية للمحموض النووية د ن س ، التي تُخزّن بواسطة نوى خلايانا جميع خصائصنا وموابعنا ، تمثل أيضاً حروفاً في لغة ليست متائلة مع ما «تعنيه» أي معنا ذاتنا .

القسم الخامس

تاريخ المستقبل

٢١. على الطريق الى الوعي الغالكتيكي

كيف ستتابع الأمور مسيرها ؟ ستكون لا منطقيين إذا لم نطرح هذا السؤال عند هذه النقطة من التطور التي وصلنا اليها اليوم . ستكون لا منطقيين إذا ما كتبنا هذا السؤال هنا لأننا وصلنا في وصفنا الى «الحاضر» ، اليها ذاتنا . لقد سبق وأشرنا في مناسبة سابقة الى الطابع النسي لهذا الحاضر . إنه ، عند النظر اليه من المنظور الاجمالي للتطور ، ليس سوى لحظة في سياق التطور الشامل تحدت كيفياً بسبب وجودنا فيها بمحض الصدفة .

صحيح أننا نستطيع أن نعتبر هذه المرحلة من التطور التي نتسب اليها على أنها مرحلة «خاصة» من ناحية أننا نحن البشر نمثل ، بعد استمرار التطور اللاواعي ثلاثة عشر مليار سنة من الزمن ، الكائنات الحية الاولى التي تمتلك القدرة كذات مستقلة على التعرف على العالم الذي نتج عن هذا التاريخ الطويل وعلى إدراكه إدراكاً موضوعياً . لم توجد هذه الحالة إلا منذ عدد قليل من عشرات آلاف السنين .

قد يستطيع المرء أيضاً أن يعطي بلهجة دوراً متميزاً لأننا نحن الذين نعيش اليوم نمثل أول البشر الذين ملكوا القدرة على إدراك هذا التاريخ الذي نحاول إعادة تصميمه في هذا الكتاب وعلى إدراك أن هذا التاريخ يمثل الماضي الذي أدى الى نشوئنا ذاتنا . هذه هي في الواقع نقطة انعطاف لا يميز التقليل من أهميتها بأي حال . لكن من يستطيع أن ينفي أن هذه الحالة كانت تنطبق بنفس المقدار على نقاط انعطاف سابقة في تاريخ التطور ؟ على اختراع الدم الدافئ أو على الخروج من الماء مثلاً ؟ على للمستعمرات الخلوية الاولى التي تمكن أفرادها من تقسيم العمل المتخصص بين بعضهم البعض ، أو على الخشاء الذي تشكل حول مجموعات دس البروتينية وهيا بذلك نقطة الانطلاق لنشوء جميع الخلايا ؟

لو قطعنا وصف التطور عند الحالة الحاضرة لكان هذا من حيث المبدأ عودة الى الحكم المسبق القديم ، الذي يحاول دائماً إيهامنا بأننا نحن البشر الحاليين نمثل هدف كل ما يحصل ونتلقه النهائي وبأن

مليارات السنين الثلاث عشر الماضية لم يكن لها أي هدف سوى انتاجنا وانتاج حاضرننا الحالي . في الحقيقة سوف يستمر التطور بعدنا وسوف يتجاوزنا غير مال بما نكوّنه من آراء . سوف يحقق في مسيرته اللاحقة امكانات تخلف ما نجسده ونستطيع إدراكه بعيداً وراءها كما خلقنا نحن عالم انسان نيندترتال بعيداً وراءنا .

قد لا يحصل هذا على الأرض . من البديهي أننا لن نعرف أبداً كيف سيتطور هذا الذي اعتدنا على تسميته «التاريخ» والذي نعني به ما يفعله البشر . خلال مئات أو آلاف السنين . لا يوجد معطيات علمية تمكننا من التنبؤ بما سيفعله البشر في المستقبل أو بالكيفية التي سيتطور فيها المجتمع البشري وبالأفكار التي ستؤثر على قرارات الاجيال القادمة . لذلك لا نستطيع أن نعرف أيضاً عما إذا كانت البشرية ستبقى مدة كافية لكي تشارك في هذا المستقبل الذي نعيه هنا .

أما التنبؤات القصيرة المدى «قصيرة المدى» بالمعنى التاريخي . التطوري - فهي غير ممكنة ، لأن ما نسميه عادة في لغتنا اليومية «التاريخ» يتقلّص ، عند النظر اليه بالمقاييس الزمنية التي اعتمدناها حتى الآن في روايتنا عن تاريخ النشوء ، الى نقطة صغيرة لا نستطيع رؤيتها . لدى إعادة تصميم الماضي ، أي لدى عرض الأحداث التي أدت من الانفجار الكوني الأول الى وقتنا الحاضر ، توجب علينا في هذا الكتاب أن نكتفي بالخطوط العريضة . كانت الفترات الزمنية الصغرى التي أدخلناها في اعتبارنا لا تغل عن عشرات لا بل مئات ملايين السنين .

إذا ما تابنا الآن عملنا ضمن هذه المقاييس الزمنية الكبيرة ، عندئذ يصبح من الممكن طرح بعض المفولات المحددة عن مسيرة التطور اللاحق . عندئذ نستطيع أن نقول شيئاً مفيداً عن المستقبل الذي يتوجه نحوه التطور . قد نكون في غنى عن الإشارة الى أن أفكارنا إعتباراً من هذه النقطة ستكون بالضرورة تخمينية الى حد كبير ، أكبر بكثير مما كانت عليه حتى الآن . لا شك أن السبب واضح في أننا نستطيع أن نتحدث عن الماضي البعيد جداً بدرجة من اليقين أعلى مما نستطيعه عن المستقبل . غير أنه يوجد حتى بالنسبة للمتحدث عن المستقبل بعض نقاط الارتكاز التي نستطيع الاستناد عليها والتي تبرر هذه المحاولة . تتألف أدواتنا التحليلية من الميول والقواعد التي نعرفنا عليها على ضوء التطور الجاري حتى الآن . سيوفر لنا تطبيقها الامكانية لأن نمثّد طريق التطور عبر المستقبل .

الخطوة التالية الاولى ، التي نستطيع التنبؤ بها في هذه المحاولة ، هي الانتقال من الحضارة الأرضية الى الحضارة الكوكبية ، ونزل المدى الطويل الى الحضارة الغالاكتيكية (المجرية) التي تشمل مجالات أكبر وأكبر من كامل المجرة . سأوضح في الصفحات الأخيرة من هذا الكتاب السبب الذي يجعلني مقتنعاً من أن هذه الفرضية هي أكثر من مجرد تكهن عائم . إن اتحاد الحضارات الكوكبية المنفردة في روابط أكبر تتعامل مع بعضها البعض ما هو إلا متابعة منطقية ضرورية لكل ما حصل خلال الثلاثة عشر مليار سنة الماضية .

لقد تعرفنا الآن على ميلين (نزعيتين) يعتبران نموذجين بالنسبة لكامل مسيرة التطور الممتدة حتى الآن . كانت النزعة الاولى هي اتحاد عناصر (الوحدات الوظيفية الأصغر) مرحلة التطور الأسبق ما

ينجح لعناصر المرحلة التالية الأعلى التشكل ببنية أعلى أكثر تعقيداً . أما النزعة الثانية فتكمن في ميل العناصر المشكلة الى الاستقلال عن المحيط المعطى مسبقاً .

إذا ما بحثنا في حاضرتنا عن آثار هاتين النزعتين ، اللتين تمتدان كخط أحمر عبر كامل التاريخ ، نصادف حتماً مبكراً أو متأخراً ظاهرة الرحلات الفضائية . كلما تعمقنا في التفكير بهذا السفر عبر الفضاء ، كلما قوي لدينا الظن بأن اعتماد البشر اللاعقلاني الى السعي بكل ما لديهم من امكانيات اقتصادية وتكنيكية لأن يغادروا الأرض كي يصلوا الى أجرام سماوية غريبة ، لا يمكن فهمه إلا انطلاقاً من هذه الخلفية ، من هذا الميل الى الاستقلال . أما الحجج التي يكررها مؤيدو الرحلات الفضائية حتى الإشباع والتي تركز على الفوائد المباشرة القصيرة المدى ، لكي يبرروا النفقات الهائلة التي تتطلبها هذا المشروع فهي ضعيفة وغير مقنعة .

لم يعد أحد اليوم يصدق الأهمية العسكرية لاحتلال القمر أو غيره من الكواكب . ولو أنفقت الأموال المصروفة على الرحلات الفضائية على تطوير الصواريخ . الاستراتيجية البعيدة المدى أصبحت بدون شك أكثر فعالية وخطورة . أما لماذا يجب أن نحسن النجاحات في السفر الفضائي من السعة السياسية لبلد ما وأن تزيد من هيئته الدولية أكثر من تحسين النظام الصحي أو التعليمي أو ما شابه ، فهذا أمر ، كما أرى ، لم يتمكن أحد بعد من تحليله بصورة مقنعة .

كلما أطلنا التفكير بهذا الموضوع يزداد لدينا الاقتناع بأن هذا الإصرار الغريب على النفاذ عبر الفضاء يعبر عن الميل الذي رأيناه بأشكال مختلفة في مراحل سابقة من مستويات التطور : الميل الى التميز والاستقلال عما يحيط بنا ، الميل الى الانفصال عن المحيط المفروض . إنني مقتنع من أن هذا الإصرار على السفر عبر الفضاء وكذلك هذه الصعوبة في تقديم تحليل عقلائي مقنع له يعبران مجدداً ، ولكن هذه المرة بقناع تكنولوجي ، عن نفس النزعة التي وجدناها على المستوى البيولوجي عند الخروج من الماء .

عندما ننظر الى الماضي من الحاضر نتأكد هنا أيضاً - ولربما في هذه الحالة المعكوسة بصورة أكثر إقناعاً - من التشابه ، أي من القرابة الداخلية بين الظاهرتين ، اللتين تفصلهما عن بعضهما البعض مراحل كثيرة من التطور وخسبانية مليون سنة من الزمن ، واللتين تحاول كل منهما بما لديها من وسائل تحقيق نفس الميل الى الخروج . في كلا الحالتين يحاول السكان مخادعة الوسط الوحيد المعقول بالنسبة لهم . وفي كلا الحالتين يتم استخدام طرق متشابهة الى درجة مذهلة . وفي كلا الحالتين لا تتوفر علاقة معقولة بين ضخامة تكاليف المشروع وبين محدودية أهداف المغامرة ، على الأقل في مرحلة البدء بها .

كما سبق ورأينا أدى خروج الحياة من الماء ، الذي كان يبدو في البداية لا منطقياً وعديم الفائدة ، الى اختراع الدم الدافئ ، الذي لم تكن تتوفر أية امكانية للتنبؤ به ، وإلى خلق واقع جديد من العلاقات الحضارية والتاريخية . من يستطيع ضمن هذه الظروف أن يتجرأ على اعتبار مشروع البحوث الفضائية على أنه لا عقلائي وعديم الفائدة فقط لأنه ، وهذا أمر لا جدال فيه ، لا يستطيع في إطار أفقنا التنبؤي الحالي أن يقدم له تحليلاً عقلائياً مقنعاً ؟

من يستطيع أن يحدد مسبقاً الإمكانيات الجديدة التي ستفتح أمام من يتمكن من «الانفصال» عن

الأرض ؟ ورغم ذلك فإنه يبدو منذ اليوم أن السفر عبر الفضاء لا يمكن أن يؤدي إلا الى طريق مغلق، إلى أنه لن يدل على الطريق التي سيسلكها التطور في مسيرته المستقبلية .

إن من يستغرب هذا القول بعد كل ما قلناه من تأملات وأفكار عليه أن يعلم فقط أننا لم نتحدث في هذا الكتاب إلا عن المحاولات الناجحة التي قام بها التطور . لقد تابعنا دائماً مصر المتفوقين فقط ، مصر تلك الكائنات التي فازت في معركة البقاء ، لأنها هي وحدها تشكل السلسلة المتصلة من الأحداث التي يتألف منها التاريخ . غير أنه مما لا شك فيه البتة أن عدد المحاولات الفاشلة التي دخل فيها التطور في طريق مغلق ولم تتوفر له بالتالي فرصة المتابعة كان أكبر بكثير .

إذا ما وضعنا في اعتبارنا أنه حتى ظهور الوعي ، الذي يختار بصورة تحليلية وناقدة ، لم يكن أمام التطور سوى العمل بالتجديدات الناشئة بالصدفة ، عندئذ نترك أن الأمور لا يمكن أن تكون خلافاً لذلك . لقد استطاعت هذه التجديدات أن توفر الامكانيات المتابعة للتطور فقط بواسطة عددها الكبير . لهذا السبب توفر الاحتمال لأن يمثل بعض منها على الأقل مفاتيح المستقبل . لقد حصل بالتأكيد خلال الأحقاب الزمنية الطويلة التي درستها كثير من الصعود والهبوط وظهرت بدايات كثيرة مختلفة ، لا بل متناقضة أحياناً ، فيها يشبه القرضى الشاملة . لاحقاً فقط أصبح من الممكن معرفة البدايات الناجحة من بينها والتي شكلت الحجرة التي رصف بها طريق المستقبل .

أما المحاولات الأخرى التي تحمل عنها التطور لاحقاً أو رفضها فقد استمرت زمناً طويلاً أيضاً . في كثير من الحالات انقضت ملايين السنين قبل أن يصبح معروفاً أن أحد المظاهرات الجانبية سوف ينتهي يوماً ما في طريق مغلق . تقدم الأعداد الهائلة من أنواع الحيوانات والنباتات ، التي سيطرت في أحقاب قديمة على الأرض لزمان طويل ثم انقرضت دون أن نجد لها خلفاً اليوم ، عدداً كبيراً من الأمثلة المؤيدة لما قلناه .

غير أنه يوجد أيضاً أنواع كانت ناجحة جداً ولم تزل ، على ما يبدو ، قادرة على البقاء لزمان طويل على الرغم من أنها قد دخلت بدون شك في «طريق مغلق» . قد تكون الحشرات هي المثال الأكثر تعبيراً عن هذه الحالة . إن عمرها الطويل جداً حتى بالمقاييس الجيولوجية - ٤٠٠ مليون سنة - يعود قبل كل شيء الى التعدد الهائل لأنواعها مما يتيح المجال لوجود عدد منها على الأقل قادر على التكيف مع أسوأ الشروط . يدلنا رقم احصائي واحد على مدى قدرتها على البقاء : ثمانون بالمائة من جميع أنواع المتعضيات الموجودة على الأرض هي حشرات . من بين كل خمس حيوانات يوجد حيوان واحد فقط ليس حشرة . رغم ذلك فقد سار ممثلو هذه العائلة الناجحة في طريق مغلق . لقد حصل الخطأ في وقت مبكر جداً من تاريخها ولم تتوفر الامكانية بعد ذلك لتصحيحه أو العودة عنه . يكمن هذا الخطأ في أن الأسلاف المبكرة للحشرات قد «قررت» ، عندما احتاجت الى دعامة تمسك بها جسمها المؤلف من خلايا كثيرة ، أن تأخذ هيكلأ عظميةأ خارجياً . يكمن ضرر هذا المبدأ في التصميم ، الذي كان يبدو في البداية مقنعاً ومفيداً (لأنه يؤمن حماية إضافية) ، ولم يظهر إلا من خلال التطور التاريخي اللاحق ، في أنه يضع حداً للنمو في وقت مبكر جداً .

لهذا السبب تفوقت الأنواع التي حلت نفس المشكلة عن طريق تطوير هيكل عظمي داخلي ، لأنه لا بد من تجاوز حجم معين أفض لكي يتمكن الفرد من احتواء عدد كبير من الخلايا المنفردة يوفر له الامكانية لاستغلال حالة التعدد الخلوي الى حدودها القصوى . ينطبق هذا قبل كل شيء على تطوير جهاز عصبي مركزي . لقد بقيت الحشرات رغم عمرها الطويل «غنية» لأن القراغات التي يشكلها جسمها المصفح لا تحتوي ببساطة المكان الكافي اللازم لتلك الكمية من الخلايا العصبية اللازمة لبناء دماغ معقد بما فيه الكفاية .

ولكن لماذا نهم في هذا الموقع بمشكلة التطور التاريخي للحشرات ؟ لهذا الاهتمام عدة أسباب . إن القدرة الغريبة على التكيف الموجودة لدى هذه الكائنات أدت بناء على حالة الطريق المغلق التي وصفناها الى ظاهرة شديدة الأهمية : لقد أدت الى أن بعض الميول التطورية ، التي تطرقنا اليها مراراً من قبل ، قد ظهرت لدى الحشرات على شكل متميز جداً . يبدو الأمر وكأن التطور قد حاول هنا مساعدة هذه الميول على التحقق بطرق أخرى ، طالما أن الطريق المباشر كان مغلقاً بسبب تحديد حجم الفرد الواحد . أقصد بذلك ظاهرة عمالك الحشرات . إن هذه الاتحادات المنظمة بمنتهى الدقة والصرامة والتي تحتوي مئات الآلاف ولدى بعض الأنواع ملايين الحيوانات المنفردة تبدو عند تدقيقها وكأنها تكرر الخطوة الانتقال من وحيد الخلية الى كثير الخلايا . إن مملكة النمل تشبه في كثير من الجوانب متعضية واحدة مغلقة أكثر مما تشبه مستعمرة من الأفراد المنفردين .

كما هو الأمر في حالة الخلية المنفردة المنسبة الى فرد كثير الخلايا فإن النملة المنفردة أيضاً لا تستطيع العيش خارج رابطة مملكتها . علاوة على ذلك فقد تحقق بين أعضاء مملكة النمل (أو النحل أو غيره) تقسيم للعمل عالي التخصص : التكاثر ، التفقيح ، التغذية ، وفي بعض الحالات الدفاع أيضاً ، هي وظائف موزعة على الأعضاء المتخصصين بطريقة ملزمة عن طريق التنظيم الهرمي الصارم أكثر مما هو الأمر لدى توزيع الوظائف بين خلايا الفرد الواحد المستقل .

نستطيع ، على ضوء هذه الخصائص للتميزة ، أن نستخلص مما قلناه أن الطبيعة قد حاولت هنا تعويض الضرر الحاصل بسبب تحديد حجم الحشرة المنفردة وغير القابل للإصلاح بأن كررت لدى هذه الحشرات في الحالات الموصوفة نفس الخطوة التي أدت إلى الانتقال من وحيد الخلية إلى الفرد الأعلى . وكان الطبيعة قد حاولت استخدام الأفراد ، الذين حال صغر حجمهم دون تطوير بنيتهم الداخلية ، كقطع بناء لتكوين منظومة أعلى لا تخضع في تطورها لهذا التقييد .

عند مقارنة الأنواع الحية اليوم نجد أن هذه المحاولة أيضاً قد توقفت في مرحلة مبكرة جداً ، إذ أنها لم تنتشر إلا على نطاق ضيق . على أي حال لا يمكن إعتبارها مصادفة أن هذه المنظومات المؤلفة من الممالك الحشرية تقوم بأكثر الإنجازات التي نجدها لدى الحشرات على الإطلاق : إعتناء عال بالخلف ، حس متطور بالزمن ، قدرة على الإعلام جعلت حتى العملاء يتحدثون عن «لغة النحل» وأخيراً القدرة على المحافظة الدقيقة على درجة حرارة ثابتة في المملكة بواسطة أفعال وحركات مناسبة .

في هذه الحالة أيضاً تحقق «الاتحاد على مستوى أعلى» كما تحقق نشوء وظائف أعلى وأعلى حتى .

الوصول إلى التحكم بدرجة الحرارة . إن هذا المثال مهم بالنسبة لنا لأنه يؤكد وجهة نظرنا حول الميول التي تسطر على التطور . وهذا التأكيد مقنع بصورة خاصة لأن هذه الميول تحققت هنا حتى ضمن شروط رديئة أو غير مناسبة .

من ناحية ثانية يبين لنا هذا المثال أن الظاهرة التي تبدو على ضوء التطور التاريخي ملزمة ومنطقية لاتشير بالضرورة إلى الطريق الذي سيسلكه التطور . لقد كان حديثنا عن ممالك الحشرات ضروريا هنا لأننا لم نعالج في هذا الكتاب حتى الآن سوى الحالات التي لاينطبق عليها هذا القول . أن يكون هذا لايصح بلا استثناء ، هذا ما أشارت إليه منظومة المملكة الحشرية التي نستطيع إستناداً إليها تحديد بدايات بعض الاتجاهات التطورية المؤثرة على المستقبل والتي تابعت تطورها على الرغم من أنها قد دخلت في طريق مغلق منذ ما لايقبل عن مائة مليون سنة .

بما أن الأمور هي على هذه الحال - وبذلك أعود ثانية لمتابعة الحيط الأحمر لتسلسل أفكارنا - فإننا لن نقع في التناقض إذا ماقلنا ان الرحلات الفضائية ، أي المحاولات المبذولة لمغادرة الأرض ولإكتشاف عوالم جديدة ، تمثل متابعة منطقية إلزامية للتطور ، لكنها رغم ذلك ستنتهي في طريق مغلق . بناء على كل ما عرضناه في هذا الكتاب وعلى ضوء الميول والاتجاهات الأساسية الجوهرية التي اكتشفناها فإن محاولات الإنسان اليوم لأن «يفصل» عن الأرض بواسطة التكنولوجيا الفضائية هي تطور منطقي وإرغامي ومنسجم مع ماسبقه .

إنني مقتنع بأن التصميم غير القابل للتفسير ، الذي يصر فيه مجتمعنا التكنولوجي اليوم على هذا المشروع الذي لايمجد له بناء على خبرتنا فائدة أو تعليلاً عقلانياً ، ليس سوى التعبير عن الميول التطورية المذكورة التي نخضع نحن أيضاً إلى تأثيرها الشمولي القوي - فردي . وكيف يمكن أن تكون الأمور خلاف ذلك ؟ كيف سيستطيع دعاوتنا أن يخضع لقواعد تختلف عن تلك القوانين التي أدت إلى نشوئه ذاته ؟

لكن مهما كانت صحيحة تلك الميول التي تدفعنا إلى مغادرة الأرض فإن استخدامنا للتكنولوجيا الفضائية في تحقيقها هو محاولة فاشلة لأنها تعتمد على وسائل غير مجدية . كل مانعرفه اليوم عن التطور منذ بدء الأرض حتى الآن يدعونا إلى الإعتقاد بأن التطور المستقبلي سيؤدي بالبشرية - إذا كانت عندئذ لم تزال موجودة - إلى التحرر من الأسر الأرضي الذي عاشت فيه حتى الآن . غير أن السفر الفضائي ، مهما بدا هذا للهولة الأولى متناقضاً ، لن يستطيع أبداً توفير هذه الإمكانيات .

إن الفضاء أكبر من أن يستطيع أي إنسان ، وحتى في أقصى المستقبل البعيد ، «غزوه» ، إذ أن النجوم والمنظومات الكوكبية الموجودة فيه بعيدة عن بعضها البعض إلى درجة لا يمكن معها أبداً إجراء إتصال فيزيائي بين الحضارات الناشئة عليها (قد تشذ عن ذلك بعض الحالات المنفردة بين «أقرب الجيران»).

من السهل البرهنة على ذلك . أود أن اقتصر على حجتين اثنتين . قدم الحجة الأولى إدوارد فيرهولز دونك الذي ذكر بطريقة معبرة أن ثقباً بحجم رأس الدبوس في صورة لـ «ضباب» أندروميديا (المجرة التي

تجاوز مجرتنا والتي تبعد عنا مليوني سنة ضوئية) متقابله على الواقع فجوة لن تستطيع أية مركبة فضائية مأهولة اجتيازها في أي وقت من الأوقات .

لنؤيد هذا القول ببعض الأرقام : يبلغ طول أكبر قطر لهذا الضباب الحارزوني حوالي ١٥٠٠٠٠ سنة ضوئية . تقابل هذه المسافة على الصورة التي قصدناها أعلاه ١٥ سم . إذا كان الديوس سيحدث على الصورة ثقباً بقطر ١ مم فإن هذا سيمثل على الواقع فتحة قطرها ١٠٠٠ سنة ضوئية .

حتى لو انطلقنا في مركبة فضائية - خيالية - تسير منذ لحظة انطلاقها بسرعة الضوء ، أي لامتجاذ إلى التسارع ولا إلى الفرملة ، فإننا لن نتمكن في حياتنا من الانتقال من أحد أطراف الفتحة إلى الطرف الآخر . سنبلغ ، بغض النظر عن الإمكانيات التكنولوجية الخيالية التي افترضناها ، على الأقل ١٠٠ سنة من العمر قبل أن نقطع عشر المسافة التي نتحدث عنها .

لقد سبق وقلنا إننا عند تحديثنا عن الإمكانيات المستقبلية سوف تعتمد المقاييس الزمنية التي اعتمدناها عند دراستنا للماضي . لذلك يتوجب علينا أن نضع في اعتبارنا التقدم الهائل الذي سيطرأ على تكنولوجيا الفضاء خلال مئات آلاف السنين أو حتى بعد ذلك . سوف لن نفقدنا بأي شيء كل هذه التطورات المحتملة حتى ولاتلك الأفكار التي نتحدث عن وحميد رواد الفضاء أو ما شابه من الطرق ، لأننا انطلقنا في الأصل من سرعة الضوء .

لكن كيف سيكون الموقف إذا حصلنا على مركبات فضائية تنقلنا بسرعة «أكبر من سرعة الضوء»؟ أو كيف سيكون الوضع إذا ماوفرت لنا فيزياء المستقبل الامكانية لأن نتحرر من المكان الثلاثي الأبعاد وأن نتمكن بقفزة واحدة عبر «ما وراء المكان» أن نتقل بلحظة واحدة من أية نقطة في الكون إلى أية نقطة أخرى؟ هل نستطيع أن ننفي هذه الإمكانيات أو غيرها مما نتحدث عنه روايات الخيال («العلمي»)، إذا تصورنا مستقبلاً يقع بعد مليون سنة من الآن؟

لن نحتاج إلى بذل الجهد لمعرفة ما إذا كانت مثل هذه التكهّنات مجرد تخيلات تنفطر إلى الأرضية الواقعية أم هي فعلاً إمكانيات مستقبلية معقولة . لقد وفر علينا الكاتب الأمريكي آرثور كلارك هذا الجهد . نشر كلارك قبل عدة سنوات دراسة معقدة حصص فيها فكرة «غزو الفضاء» عن طريق الرحلات الفضائية المأهولة بطريقة قاطعة ونهائية .

لنعد لهذا الغرض مرة أخرى إلى ضباب أندروميديا . إنه ليس فقط جارتنا الكوني ، أي أقرب مجرة إلى مجرتنا ، أي إلى المجرة التي تنسب لها شمسنا ، بل إنه يشبه مجرتنا إلى حد كبير . يتألف أندروميديا ، شأنه شأن مجرتنا ، من حوالي ٢٠٠ مليار نجم ثابت («شمس») من بينها حسب أحدث التقديرات مالا يقل عن حوالي ستة بالمائة شمس تدور حولها ، كما هو الحال لدى شمسنا ، كواكب من المحتمل أن تكون عليها حياة .

سنة بالمائة من ٢٠٠ مليار ، هذا يساوي ١٢ مليار منظومة كوكبية في أندروميديا ومثلها في مجرتنا ذاتها . يعرض كلارك حججه على الشكل التالي : لنضع ببساطة جانباً جميع القيود التكنولوجية ونفترض أننا لا نحتاج إلى زمن يذكر عند السفر عبر مجرتنا ، أي نفترض أننا قادرون على الانتقال خلال ثانية واحدة

من أية نقطة إلى أية نقطة أخرى داخل مجرتنا . أود علاوة على ذلك أن أضع افتراضاً سخياً آخر وهو أننا خلال هذه الثانية الواحدة ستمكن فوق ذلك ليس فقط من التأكد مما إذا كان للشمس التي نزرعها مجموعة كوكبية وحسب بل ستمكن أيضاً من معرفة عما إذا كان يوجد على هذه الكواكب كائنات ذكية . ثم نفترض أخيراً أننا نستطيع خلال نفس الثانية أن نعود سائرين إلى محطتنا الأرضية مع ما لدينا من معلومات .

سنحتاج إذن إلى ثانية واحدة فقط كي ندرس نجماً ثابتاً واحداً مع ما يتبعه من كواكب . كيف ستكون عندئذ التوقعات؟ الجواب عظيم لكل أمل . حتى لو انطلقنا من الافتراضات الخيالية التي وصفناها فلن نتمكن خلال عمر الإنسان الواحد البالغ حوالي ٦٠ سنة ، وإذا عملنا كل يوم ٨ ساعات وقمنا في كل ثانية برحلة من هذا النوع ، لن نتمكن من دراسة سوى ٣,٠ بالمائة من الشمس الموجودة في مجرتنا وحدها . سيكون تحت تصرفنا فقط ٦٠٠ مليون ثانية لدراسة ٢٠٠ مليار نجم .

إذا ما أضفنا إلى هذه الحسابات الصحيحة الحقيقية المؤكدة وهي أنه يوجد في الكون المحيط بنا ما لا يقل عن عدة مئات من مليارات المجرات المماثلة لمجرتنا أو لمجرة أندروميدا ، عندئذ سيصبح لأكبر المضائلين أن الرحلات الفضائية المأهولة لا يمكن أن نكتشف أبداً هذا الفضاء الكوني . مهما كانت هذه النتيجة غريبة للأمال فهي حقيقة لا جدال فيها :
إننا نعيش في «المحجر الكوني» .

من المتوقع أن تصلعنا هذه النتيجة للوهلة الأولى كخيبة أمل مرة . إنها لا تبذلنا استغزاية وحسب بل ولا منطقية أيضاً . هل من المعقول أن يخفق التطور الآن مصطلحاً بحدود لا يمكن تجاوزها بعد أن سار ١٣ مليار سنة بصورة متصلة وناجحة؟ إذ أننا لم نعد عند هذا الموقع من تاريخنا نشك على الإطلاق في أن إقامة اتصال مع حضارات كوكبية أخرى ستكون الخطوة التطورية التالية المستحقة الأداء ، بعدما نقيم على الأرض مبكراً أو متأخراً حضارة موحدة .

غير أنها ليست هذه هي المرة الأولى التي نصل إلى نقطة يبدو لنا الموقف منها ميؤوساً لامتقبل له . الاستنتاج الوحيد المؤكد الذي نستطيع استخلاصه من الأفكار المطروحة هو أن السفر المأهول في الفضاء سيصطدم خلال زمن قصير بحدود أصبحت منظورة الآن . من المحتمل أن يعيش أحفادنا الوقت الذي نتمتع فيه مشاريع الرحلات الفضائية . إلى أين سيظهر الرواد بعدما يتم اكتشاف الكواكب الداخلية والخارجية لشمسنا من عطارده حتى بلوتو؟

ستكون الفقرة التالية ، التي سنناقدها بها مجموعتنا الشمسية إلى أقرب شمس مجاورة ، كبيرة إلى درجة أن البشرية ستحتاج إلى توقف لعدة قرون قبل أن تتجرأ على القيام بها . نظراً للفروق الهائلة بين تكاليف مثل هذا المشروع للسفر بين النجوم (الذي سيستغرق حتى في حال استخدام المحركات الأيونية أو الضوئية إلى عشرات السنين) وبين ريعه الاحتمالي الضئيل (قد تكون الرحلة بكاملها عبثاً لأن الشمس التي قصدتها ليس لها أية كواكب) فإنني أرجح أن هذه المحاولة لن يقوم بها أحد أبداً .
رغم ذلك فإن الرحلات الفضائية ليست «بلا معنى» كما يدعي خصومها القصير النظر . وهي

ليست مبررة فقط لأنها تعبر عن قانون شمولي يخضع له جميع التطور ، بل لها أيضاً فوائد عملية كبيرة . لم يمض زمن طويل بعد ، ربما ١٠ سنوات أو ٢٠ سنة ، على الوقت الذي كان فيه أي عالم يتحدث عن إمكانات وجود حياة ووعي وذكاء على كواكب تابعة لشموس أخرى سيتعرض إلى السخرية من معاصريه من «المثقفين» . كان مثل هذا الإدعاء سيعني سقوط هبة العالم الذي يتجرأ حتى ولو على مجرد طرحه للمناقشة .

أما الآن فقد تغير هذا الوضع بشكل ملحوظ . لقد تزايد عدد البشر الذي بدأوا يقتنعون أن افتراض وجود الحياة على الأرض وحدها من بين جميع الكواكب اللا حصر لها الموجودة في الكون - ١٢ مليار منظومة كوكبية في مجرتنا وحدها - يمثل تكراراً للحكم المسبق القديم بأن الأرض هي مركز الكون . مما لا شك فيه أن الرحلات الفضائية قد ساهمت في التحرر من هذا الحكم المسبق ووجهت الأنظار نحو الإهتمام بالفضاء الكوني الذي نراه فوقنا . وهذه نتيجة لا يجوز أن نغفل من قيمتها .

غير أن افتراض وجود أشكال حياتية غير أرضية وحضارات كوكبية على أجرام سماوية أخرى يمكن دعمه بحجة أخرى غير تلك التي تقول : كم هو مضحك ومزاحم الاعتقاد بأننا نحن البشر غثل الكائنات المفكرة الوحيدة في كامل الكون اللا محدود . لقد تركز القسم الأكبر من هذا الكتاب على البرهنة على أن التطور من الذرات عبر إنحماذها في جزئيات حتى الوصول إلى الخلايا الأولى ثم إلى ما تلاها قد حصل بصورة متصلة متواصلة بتأثير قوانينه الداخلية ويدون أي تدخل «فوق طبيعي» من الخارج . أدى هذا التطور حتماً إلى الانتقال من المستوى اللا عضوي إلى المستوى العضوي وأخيراً إلى المستوى البيولوجي .

لقد تعرفنا من خلال ذلك على الحقيقة الأكثر روعة من كل ما سواها وهي أنه في البدء كان يوجد عنصر واحد هو الهيدروجين ، كان تركيبه الذري وبنيتة ، اللذان سيقى مصدرهما سرّاً أبدياً بالنسبة لنا ، يحتويان منذ البدء جميع المقدمات اللازمة لكي ينشأ عنها عبر الزمن كل ما هو موجود اليوم بما فيه نحن ذاتنا وكامل الكون . لهذا السبب قلنا سابقاً إن التاريخ الذي نعرضه في هذا الكتاب هو تاريخ التحول المستمر لذرة الهيدروجين . لقد بين لنا تاريخ التطور كم هي هائلة قدرة هذه الذرة على الصمود والتفتح وحمل التغلب على المصاعب ولا سيما في اللحظات التاريخية التي بدا فيها وكان التطور قد بلغ نهايته المحتومة .

ما هي الأسباب التي يمكن أن نجعلنا ضمن هذه الظروف نشك في أن ذرة الهيدروجين المدهشة والرائعة قد استغلت أيضاً هذه الإمكانيات الهائلة على كواكب تابعة لشموس أخرى ؟ إذا كان هذا الهيدروجين قد أنتج هنا على الأرض الجزئيات المعقدة ومنها بصورة حتمية «الحياة» ، كما كان قبل ذلك قد أنتج بإتحاده مع الأوكسجين «الماء» ، فما هي الأسباب المنطقية التي نجعلنا نشك في أن الشيء المماثل من حيث المبدأ قد حصل في مواقع أخرى لا حصر لها من الكون ، في كل مكان حيث توفرت الظروف المناسبة ؟

ما من شك أن المبدأ واحد . لقد تعرفنا من خلال التاريخ الذي عرضناه مراراً وتكراراً على الصدفة التي وجهت المسيرة التطورية في اتجاه لم يكن ضرورياً وبالتالي غير قابل للتوقع مسبقاً . لقد رأينا كيف أن الكيفية الاعباطية للمعطيات الملموسة المتوفرة ، سواء أكان التركيب المتولد للأشعة الشمسية أو

التركيب التميز للغلاف الجوي البدئي ، قد أتاحت الفرصة لتحقيق إمكانات معينة وقطعت في نفس الوقت الطريق أمام إمكانات أخرى وإلى الأبد .

بما أن الأمور كانت على هذا الشكل منذ اللحظة الأولى وبما أن هذه الحالة كانت تتكرر منذ ذلك البدء في كل لحظة: فإن عدد الإمكانات التي لم تتحقق هنا على الأرض يفوق كثيراً عددها الضئيل الذي تحقق . لو بدأ كل شيء مرة أخرى من البداية ، لو نشأت الأرض مرة أخرى ولو وضع تحت تصرفها ضمن نفس شروط الإنطلاق نفس الزمن الممتد ٤ مليارات سنة ، فإن ما سيتيج عن ذلك سيكون بتأكيد مطلق شيئاً مختلفاً تماماً . حتى لو افترضنا إمكان تكرار هذه المحاولة مرات لا محدودة العدد فإن منظر الأرض لن يشبه في أية مرة للمنظر الذي هي عليه الآن . لا بل لن يكون له معه حتى ولا تشابه بعيد . إذن ، حتى هنا على الأرض ، حيث لدينا إطلاع على شروط الإنطلاق ، سيفشل خيالنا في تصور الحالة المتحققة . بأي مقدار يجب أن ينطبق هذا أيضاً على الأشكال اللاملموسة التي تطور إليها المهدروجين في الشروط غير الأرضية ؟ بأي مقدار يجب أن ينطبق هذا على الإمكانات التي تحققت كنتيجة لتطور هذا العنصر البدئي وما نتج عنه من عناصر تحت تأثير جاذبية أخرى في جو غير أرضي وتحت إشعاعات شمس غريبة ؟

سيتوصل من يفكر بكل هذه الاحتمالات متحرراً من الأحكام المسبقة إلى استنتاج واحد وحيد : إن الدنيا التي فوقنا مليئة بالحية والرهى والمقل . إذا ما انطلقنا من أن ستة بالمائة من نجوم مجرتنا لها توابع كوكبية يمكن أن تكون قد نشأت عليها حياة - وهذه تقديرات حذرة جداً حسب رأي معظم علماء الفلك الحاليين - عندئذ سيبرهن هذا أن مجرتنا وحدها تحتوي على ١٢ مليار كوكب مرشح لأن يكون حاملاً للحياة . إذا ما افترضنا بحذر شديد ، آخذين بعين الإعتبار جميع المخاطر التي يمكن أن تكون قد وقعت في طريق تطور المهدروجين ، أن التطور لم يتمكن من الوصول إلى حالة الشكل الأعلى من الحياة الواعية إلا في حالة واحدة من أصل كل ١٠٠٠٠٠ حالة ، عندئذ يكون في مجرتنا وحدها ١٢٠٠٠٠ حضارة كوكبية أخرى غير هذه الموجودة على أرضنا .

أن يدلونا هذا الرقم كبيراً إلى درجة لا تصدق ، فهذا يعود فقط إلى أن قدرتنا على التصور مدربة على مقاييس أرضية ولذلك ستبو لها جميع الشروط السائدة في الكون على أنها لا تصدق . إذا ما علمنا أيضاً على ضوء الرقم المذكور أننا نستطيع بواسطة التلسكوبات الموجودة اليوم أن نشاهد عدة مئات من مليارات المجرات التي تنطبق عليها نفس الفرضيات ، عندئذ يصيبنا الدوار .

لنقتصر إذن على الظروف في مجرتنا وحدها . أمامنا هنا ١٢٠٠٠٠ حضارة كوكبية على أقل تقدير . هناك إذن أكثر من مائة ألف من البدايات المختلفة سارت كل بداية منها على طريقها الطويل الخاص بها حتى بلغت مرحلة وعيها لوجودها ثم حتى وصلت مثلنا إلى النقطة التي صارت فيها قادرة على إدراك ماضيها وعمل إدراك الكون المشترك الذي يضمنا جميعاً . . مائة ألف جواب مختلف على نفس السؤال . وكل جواب ينطلق من زاوية نظر أخرى ومن مقدمات أخرى ومن دوافع أخرى . كل منها معلل وصحيح ورغم ذلك لا يعكس سوى مقطع ضئيل من كامل الواقع .

والآن كيف سيكون جوابنا ، على ضوء هذه الرؤية ، على السؤال الذي سنطرحه للمرة الأخيرة : إلى أين سيؤدي المستقبل ؟ إذا ما استمرت مسيرة التطور كما حصل حتى الآن فإن الخطوة التالية لا يمكن أن نكنم إلا في اتجاه هذه الحضارات الكوكبية الكثيرة ، إلا في تجميع كل هذه الأجوبة الجزئية المنعزلة الموزعة اليوم في جميع أنحاء مجرتنا . عندئذ سيتكرر في تلك المرحلة مع الحضارات الجزئية المتخصصة باختصاصات فردية مختلفة ما حصل قبل ذلك مع الخلايا عندما أخذت تتحد مع بعضها البعض لتشكيل كثرات الخلايا ، لكي تتمكن من استغلال الإمكانيات الكامنة في اختصاصاتها المختلفة إلى أقصى حدود الاستغلال .

غير أن هذا الإتحاد لن يتحقق في أي حال ، كما سبق وولينا ، من طريق الرحلات الفضائية . وقد يكون هذا من حسن حظنا . لأنه حسب كل قواعد الاحتمال يجب أن يكون المستوى الذي نحن عليه اليوم على هذا الكوكب القبي المتخلف ، الذي لم يبلغ من العمر سوى نصف عمر الحضارات المجرية الأخرى ، لم يزل في الفجر المبكر من تاريخه . وقد تكون عجة هؤلاء الناس ، المتفوقين علينا بما يفوق الصور ، للسلام لا تزيد كثيراً عن مجتنا له ؟ من هذا المنظور يصبح والمحجر الكوني الذي نشكو منه واحداً من المقدمات الأساسية لوجودنا .

إلا أنه يوجد إمكانية للبحث والاتصال بالطريق اللامسكي . صحيح أن الإشارات اللاسلكية ستبقى على الطريق ضمن مجرتنا مئات وآلاف السنين ، لكن المعلومات التي تنقلها لا تفتى . لهذا السبب يناقش العلماء اليوم بجدية تامة إمكانية تطوير وسائل الاتصال المحدودة المتوفرة لدينا اليوم ، ومن بينهم فلكيون مرموقون مثل فريد هوبل الذي يحاضر في جامعة كامبريدج والأمريكي - الألماني سياستيان فون هودنر الذي يعمل في غرين بانك ، في الولايات المتحدة ، في بناء أكبر هوائي على وجه الأرض . لقد طور هؤلاء العلماء وغيرهم حلولاً منطقية ومعقولة عاجلوا فيها مشكلة التفاهم ووضعوا اقتراحات ملموسة حول الكيفية التي ستصاغ فيها المعلومات التي سترسل لا سلكياً لكي تتمكن من فهمها كائنات الكواكب الأخرى ، التي نستطيع أن نفترض أن لديها القدرة على التفكير المنطقي ، وفيها عدا ذلك ليس لدينا أي شيء مشترك معنا (انظر نموذج لرسالة مصممة لهذا الغرض على الصفحة ٣٩٥ مع شرح توضيحي لها) . إنطلاقاً من هذا التفوق الملل على الأقل لقسم كبير من شركائنا الكونيين المستقبليين يتوقع العلماء أن بعض الإجماعات الصغيرة في بعض المواقع من مجرتنا يمكن أن تكون قد تحققت فعلاً بأن ضمت الحضارات الأكثر تقدماً .

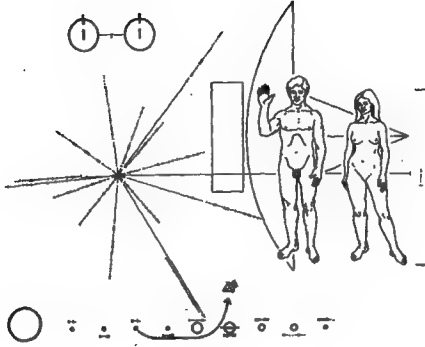
الا يمكننا أن نتوقع أن يكون على الأقل بعض هذه الحضارات المتفوقة قد أرسل إشارات لا سلكية يبحث فيها عن شركاء جدد ليتيح إمكانية المشاركة ؟ ستكون هذه الإشارات بدون شك واضحة ومصممة بشكل أن طابعها الذكي سوف لن يمنع الحضارات الأقل تطوراً كحضارتنا من التقاطها . ألن يكون على ضوء هذه الأفكار مفيداً ومعقولاً أن نبدأ بالبحث المنظم منذ الآن ؟

لقد قام علماء غرين بانك بذلك قبل عدة سنوات ولعدة أشهر متواصلة ولكن بدون جدوى . بعدئذ أوقفت المحاولة لأن الحسابات الاحصائية الفلكية أظهرت أن الهوائيات المتوفرة اليوم ليست كبيرة بما

فيه الكفاية لكي تتمكن من تصفية الإشارات المحتملة القادمة من الفضاء من التشويشات القوية الناتجة عن الأشعة الكونية . غير أنه في عام ١٩٧١ تم في قرية إيفلسبرغ بالقرب من مدينة بون الألمانية تدشين أكبر هوائي تلسكوبي على وجه الأرض يبلغ قطره مائة متر . إن هذا الجهاز كبير بما فيه الكفاية للقيام ببحث معقول .

ما من أحد يستطيع أن يقول متى سيتحقق الإتصال الأول . يمكن أن يحصل هذا في السنين القادمة وقد لا يحصل إلا بعد عدة قرون . إن التطور لا يسير على مزاجنا . لكننا يوماً ما سنستقبل هنا على الأرض إشارة لا سلكية أرسلتها كائنات ذكية تطورت على كوكب آخر . سيعني هذا الحدث بالنسبة للأرض بداية لتطور سيبدو تجاهه كل التاريخ الجاري حتى الآن ليس سوى إنتظار لهذه اللحظة .

إعتباراً من هذه اللحظة ستدخل البشرية في عملية تتحد من خلالها حضارات كوكبية منفردة كثيرة في روابط لتبادل المعلومات تنامي زمنياً بعد زمن . حتى يتحقق أخيراً في المستقبل البعيد ، في مستقبل تفصلنا عنه الآن ملايين السنين ، إتحاد جميع حضارات مجرتنا بواسطة شبكة من الإشارات اللا سلكية تشبه النبضات العصبية في متعضية واحدة كونية عملاقة تمتلك وعياً سيقرب محتواه من الحقيقة أكثر من كل ما وجد حتى الآن في هذا الكون .



في الأول من آذار من عام ١٩٧٢ أطلقت من كلب كينيدي المركبة الفضائية الأولى التي ستفادر مجموعتنا الشمسية . «بيونير ١٠» ستدرس الكوكب جوبيتر (المشتري) ، لكنها عند مرورها بالقرب منه ستقوم كتلتها الهائلة بتسريع المركبة وتعديل مسارها بحيث تتمكن من التخلص نهائياً من جاذبية الشمس والتحرك بحرية لزمن غير محدود عملياً في أنحاء المجرة .

إعتباراً من لحظة مغادرتها لمجال مجموعتنا الشمسية ستصبح المركبة عبارة عن «طرد بريدي كوني» مها كانت الفرصة ضئيلة ، بسبب الفراغات الهائلة الموجودة بين المنظومات الشمسية المختلفة لمجرتنا ، فإن بيونير ١٠ ولو بعد ملايين السنين ستجذب من إحدى الشمس القريبة .

إذا كان يوجد على أحد كواكب هذه الشمس كائنات ذكية قامت بتطوير حضارة تكنولوجية متقدمة وتمكنت من اكتشاف هذه المركبة (إن احتمال ذلك ، كما سبق وشرحنا في النص ، أكبر بكثير مما يتصور معظم الناس) فلها تكون قد استلمت رسالة من الأرض .

بناء على هذه الاحتمالات قام صانعو بيونير ١٠ بوضع صحيفة معدنية صغيرة فيها حفروا على سطحها الصورة اعلاه . تشير صورة الشخصين إلى شكل المرسل وإلى جنسه المزدوج (علماً أنه يبقى مقترحاً عما إذا كان المستلم يستطيع أن يفهم شيئاً من هذه المعلومة) . خلف الشخصين رسمت المركبة نفسها مما يمكن من معرفة حجمها .

على الطرف الأسفل رسمت للمجموعة الشمسية - التعرف عليها سهل أيضاً - التي ينتسب إليها المرسل وأوضح الكوكب الذي يعيش عليه كمكان إنطلاق المركبة كما أوضح مسار المركبة أيضاً . الرموز الثنائية (ترجمتها ممكنة من قبل أي رياضي) بجانب صور الكواكب من ١ إلى ٩ تبين معطياتها الفلكية . تُعَدُّ القيمة المطلقة للأعداد المستخدمة في ذلك من قبل رمز ذرة هيدروجين مشعة على الطرف الأعلى من الصورة : تبلغ ذبذبتها في جميع أنحاء الكون ٧٠ نانو ثانية عند الموجة طول ٢١ سم . بمساعدة القيم الموضوعية المحددة بهذه الطريقة يقدم الشكل النجمي الموجود في الوسط تحديداً دقيقاً لمكان وزمان الإرسال ، إذ أن الخطوط الشعاعية المنفردة تعطي الجهة التي تظهر فيها من موقع المرسل النبضات الإشعاعية (بولنارات) التي حُلِّدت ذبذبتها الخاصة بجانب الخطوط الشعاعية برموز ثنائية . بما أن ذبذبة البولنار (النبضة الإشعاعية) تتناقض مع الزمن لذلك يستطيع المستقبل ، عن طريق مقارنة هذه المعطيات مع القيم التي يقيسها هو نفسه عند استقباله للمركبة ، معرفة مكان الإنطلاق ومدة الرحلة .

إذا ما وقعت هذه الصحيفة فعلاً يوماً ما بالصدفة السعيدة بين يدي (؟) مستقبل غير أرضي سيكون على الأرجح قد مضى على إرسالها من الأرض ١٠٠ مليون سنة أو أكثر . كما إن المعلومات التي يتوجب على بيونير ١٠ أن تحفظها كل هذا الزمن الطويل لصدفة الصدفة فقيرة ولا شك . رغم ذلك فإن هذه الصحيفة أهمية تاريخية : لأول مرة في تاريخه توصل الإنسان هنا إلى القناة العملية بأنه بالتاكيد ليس وحيداً في هذا الكون .

نعرض أدناه نموذجاً عن رسالة يمكن أن تصلنا يوماً ما من كوكب تابع لمجموعة شمسية غريبة . إذا ما افترضنا أن قوانين التفكير المنطقي المجرد هي نفسها في كامل الكون :

```

11110000101001000011001000000010000010100
10000011001011001111000001100001101000000
00100000100001000010001010100001000000000
0000000000100010000000000101000000000000
00000001000111011010110101000000000000000
00001001000011101010101000000000101010101
00000000011101010101110101100000001000000
000000000010000000000000000100010011111000
00111010000010110000011100000001000000000
100000000100000001111000000101000101110
100000001100101111010111100010011111001
00000000001111000000101100011111100000
100000110000010000100001100000011000101
001000111100101111

```

سيشير فوراً لتحليل بواسطة الحاسب الالكتروني إلى أن هذه السلسلة الموزعة من ٥٥١ نبضة وتوقف (على طريقة المورس) لم ترتب بالصدفة بهذه الطريقة ، بل إنها يجب أن تكون رسالة تحتوي على معلومات . ولكن كيف سيتمكن فك هذه الرموز وفهم للمعنى ؟

تكمُن الخطوة الأولى في معرفة أن العدد ٥٥١ هو جداء العددين الأولين ١٩ و ٢٩ . يمكن إذن ترتيب الرموز في هذه الحالة - فقط في هذه الحالة ١ - في مستطيل (واقف) ضمن مجموعات تتألف كل منها من ١٩ رمزاً مرسومة على ٢٩ سطراً (أنظر الصفحة ٣٩٧) . إذا ما قمنا بعدلّذ بتعويض كل ١ بقطعة موازيك مربعة سوداء وتعويض كل ٥ بفراغ بنفس المساحة نحصل على الصورة الموجودة على الصفحة ٣٩٨ والتي تحتوي قدراً مدهشاً من المعلومات :

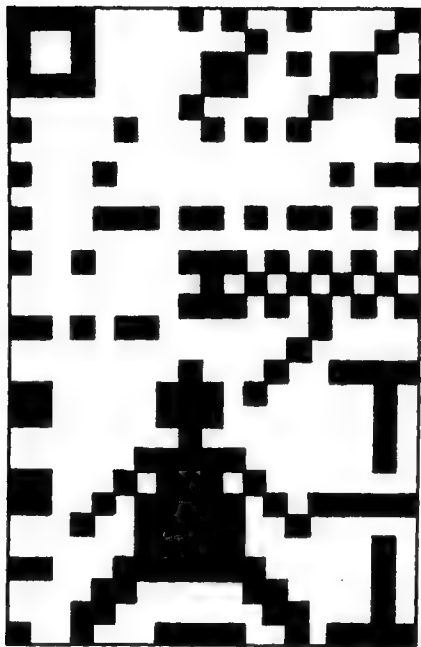
من الواضح أن الشكل في أسفل الصورة يمثل المرسل مما يجعلنا نستنتج أنه كائن عالي التطور . على الطرف اليساري من الصورة توجد من الأعلى (شمس) ونحو الأسفل (٩ كواكب) تمثل جميعها المنظومة الشمسية الغربية ، إلى اليمين بجانب الكواكب الخمسة الأولى توجد الأعداد ١ حتى ٥ مكتوبة بالطريقة الثنائية (بينايري) . يوجد بجانب الكوكب الرابع بالإضافة إلى ذلك العدد الثنائي ٧ (مليارات) (يمتد حتى الطرف البعدي) وينطلق من وسطه خط مائل يشير إلى المرسل : هذا هو إذن عدد سكان الكوكب الذي يعيش عليه . بجانب الكوكبين الثاني والثالث من هذه المنظومة الغربية يظهر العددين ١١ و ٣٠٠٠ كإشارة إلى مستعمرات صغيرة أو محطات مراقبة على هذين الكوكبين مما يدل على أن حضارة المرسل متمكنة من السفر الفضائي . على اليمين والأعلى رمز ذرة الفحم وذرة الأوكسجين كإشارة إلى أنها يمثلان في بلد المرسل أيضاً العنصرين الماهمين (اللذين يحققان التمثيل العضوي) ؟ . إلى اليمين من صورة المرسل توجد إشارتان على شكل حرف T تمتدان على طول المرسل تماماً من أعلى رأسه حتى أسفل قدميه وتحتويان الرقم ٣١ (مكتوباً بالطريقة البينارية) . ونستطيع أن نقرأ هذا الجزء من الرسالة على أنه يقول : «إن طول المرسل يبلغ ٣١ مرة لشيء ماه . ماذا ستكون الوحدة المقصودة ؟ المقدار الوحيد المتماثل لدى المرسل والمستقبل هو طول الموجة التي أرسلت واستقبلت عليها الرسالة . نستنتج إذن أن طول المرسل يبلغ على الأرجح ٣١ مرة طول الموجة المستخدمة .

إن «رسالة» من هذا النوع لم تُرسل ولم تُستقبل أبداً . بل إن ما عرضه هو «غوفج» صممه العالم الأمريكي فرانك دريك لكي يشير إلى الإمكانيات المتوفرة للتفاهم لاسلكياً بين شريكين لا نستطيع أن نفترض وجود أي شيء مشترك بينهما سوى قدرتهما على التفكير المنطقي . والتجربة أكبر برهان : عند عرض الرسالة بدون أية توضيحات على فريق من العلماء تمكّنوا من «قراءتها» خلال ١٠ ساعات .

```

1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1

```



المحتويات

7	مقدمة المترجم
9	مدخل - نحو رؤية جديدة
15	القسم الأول : منذ الانفجار الكوني الأول حتى نشوء الأرض .
15	1 . كانت توجد بداية
39	2 . مكان تحت الشمس
51	3 . نشوء الغلاف الجوي
75	القسم الثاني : نشوء الحياة
75	4 . هل هبطت الحياة من السماء ؟
83	5 . مكونات الحياة
95	6 . طبيعي أم فوق طبيعي ؟
103	7 . الجزئيات الحية
111	8 . الخلية الأولى ومخطط بنائها
121	9 . أخبار عن المعطاليات
129	10 . الحياة - صدقة أم ضرورة ؟
135	القسم الثالث : من الخلية الأولى حتى احتلال اليابسة
135	11 . عيب خضر صفار
145	12 . التعاون على مستوى الخلية
159	13 . التكيف بالصدقة ؟
169	14 . التطور في المخبر
175	15 . عقل بدون دماغ

185	16 . القفزة متعدد الخلايا
201	17 . الخروج من الماء
207	القسم الرابع : إختراع الدم الدافئ ونشوء «الوعي»
207	18 . ليالي الديناصور الساكنة
217	19 . برامج من العصر الحجري
225	20 . أقدم من جميع الأدمغة
237	القسم الخامس : تاريخ المستقبل
237	21 . على الطريق إلى الوعي

هذا الكتاب

اكتسب هومار فون ديتفورت عن طريق برنامج التلفزيوني « جولة عبر العلوم » شهرة واسعة كصحفي علمي بارع . لقد تمكن بكتابه هذا حول تاريخ النشوء ، الذي لحّص فيه نتائج مختلف العلوم بطريقة ذكية وموضوعية وممتعة ، من عرض صورة شاملة متكاملة عن نشوء وتطور ومستقبل المادة والحياة والحضارة البشرية . كانت المحصلة تقريراً معيماً ومثيراً عن ١٣ مليار عاماً من تاريخ الطبيعة ، ابتداءً من الانفجار الكوني الأول عبر نشوء الأرض كـ « ناتج ثانوي » أو كـ « نفاية » ، عبر كارثة الأوكسجين العظيم ، حتى اختراع الدم الدافئ (الذي مثل المقدمة لظهور الوعي البشري) وحتى مرحلة امكان الاتصال بين الكواكب والمجرات - وفي كل ذلك يبرز لدى ديتفورت دور العقل . العقل والمقل وحده ، الذي كان حاضراً دائماً عبر كامل هذه العملية ، قادر على تنظيم هذا الكون العقلاني بكل ما فيه . تنتج عن كسل هذا الفرضية المدهشة لهذا الكتاب : لقد وجد العقل قبل ان يوجد الدماغ .

لقد وصفته إحدى الصحف المهمة بقولها : ان هذا الكتاب هو قنبلة موقوتة ، انه ينشر بين الناس وعياً علمياً متغيراً سيحدث تأثيراً ثورياً على أفكارهم لا يقل عما أحدثته مقولات بطليموس وكوبرنيكوس .

